

MINISTERUL TRANSPORTURILOR SI TELECOMUNICATIILOR
INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI
TEHNOLOGICE IN TRANSPORTURI

Calea Grivitei nr. 393, sector 1, Bucuresti



INSTRUCTIUNI TEHNICE DEPAR-
TAMENTALE PRIVIND UTILIZA-
REA GEOTEXTILELOR DIN
MATERIALE REFOLOSIBILE IN
LUCRARI DE CONSTRUCTII
PENTRU TRANSPORTURI

REDACTAREA I-a

Octombrie - 1983 - Bucuresti

MINISTERUL TRANSPORTURILOR SI TELECOMUNICATIILOR
INSTITUTUL DE CERCEȚARI SI PROIECTARI TEHNOLOGICE
IN TRANSPORTURI

București, calea Griviței nr.393 sector 1

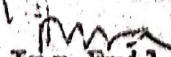
Nr. 9980/25 oct 1983

In atenția tov. _____

Potrivit planului de elaborare și revizuire a normativelor în construcții pe anul 1983, poziția 7, vă trimitem alăturat "Instrucțiunile tehnice departamentale privind utilizarea geotextilelor din materiale re folosibile în lucrări de construcții pentru transporturi", redactarea I-a, elaborate de specialiști de la Institutul nostru, cu rugămintea de a le examina și a ne comunica observațiile și propunerile dvs. până la data de 1 decembrie a.c.

În cazul în care nu vom primi observațiile dvs. vom considera, potrivit reglementărilor în vigoare, că sînteți de acord cu aceste instrucțiuni.

DIRECTOR,


Ing. Emil Spirea

NOTA DE PREZENTARE

a "INSTRUCTIUNILOR TEHNICE DEPARTAMENTALE PRIVIND UTILIZAREA
GEOTEXTILELOR DIN MATERIALE REFOLOSIBILE IN LUCRARI DE
CONSTRUCTII PENTRU TRANSPORTURI"
(redactarea I-a)

Capitolul III și anexele 3-6 cuprind o sinteză a cunoștințelor actuale privind geotextilele : natura lor, proveniența, procedeele de fabricație, rolurile (funcțiile) pe care le au în lucrările de construcții, caracteristicile constructive și metodele de verificare a acestora.

Un obiectiv principal al instrucțiunilor este stabilirea de reguli pentru alegerea unui geotextil la proiectarea și execuție, care sînt prevăzute în capitolul IV și anexa 7.

De asemenea, ele conțin soluții constructive cu geotextile pentru următoarele lucrări : amenajarea drenurilor, a straturilor de separație între pat și fundația drumului pe sectoare umede sau expuse la acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet, a stratului de separație între prisma de piatră spartă și terasamente la calea ferată, pentru apărări de maluri și protecții de taluzuri. Majoritatea soluțiilor constructive incluse în instrucțiuni au fost avizate în două consilii tehnico-economice ale Direcției drumurilor : document nr.630 din 26 decembrie 1978 pentru "Catalog de soluții constructive noi cu materiale mășesute din deșeuri textile, pentru apărarea și protecția terasamentelor de drumuri" și document nr.262 din 4 decembrie 1982 pentru "Instrucțiuni privind proiectarea și execuția drenurilor înguste pentru drumuri și calea ferată". Cîteva soluții constructive au fost avizate de IPTANA iar cea privind utilizarea materialelor geotextile la terasamente de calea ferată, în scopul prevenirii înnozirii prismei de piatră spartă, urmează a fi avizată. În prezent sînt cunoscute numeroase soluții constructive (aproape 50) ce pot fi aplicate în circa 10 domenii ale tehnicii construcțiilor. Nu au putut fi incluse în instrucțiuni soluțiile tehnice care privesc drumurile provizorii cu grile, unele rezolvări moderne și eficiente de drenuri, amenajarea rambleelor și a digurilor, hidromecanizarea prin folosirea geotextilelor, armarea pămîntu-

lui cu astfel de materiale pentru care este necesar să se continue experimentările. Aspectele privind soluțiile constructive experimentate sînt dezvoltate în capitolul V și în anexele 8-10.

Ultimul capitol se referă la recepția lucrărilor.

La efectuarea cercetărilor au colaborat : IPTANA, Institutul de cercetări textile, Facultatea de hidrotehnică București, Întreprinderea "Munca textilă" București, Facultatea de construcții Iași, CCCF, Centrala Lînei-MIU, Întreprinderea de neșesute Rîmnicu Vîlcea, Institutul de cercetări pedologice și agrochimice, Direcția drumurilor. De asemenea, s-a ținut seama de rezultatele cercetărilor similare efectuate în alte țări.

Se menționează că Întreprinderea de neșesute Rîmnicu Vîlcea va transmite factorilor interesați oferta și mostrele de geotextile pe care le poate livra. Fabrica de neșesute Rîmnicu Vîlcea poate produce anual 4-5 milioane m² TERASIN.

București, 20 octombrie 1983

Responsabil temă,
dr.ing.Vasile Strungă

V. Strungă

MINISTERUL TRANSPORTURILOR SI TELECOMUNICATIILOR
INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI TEHNOLOGICE
IN TRANSPORTURI

București, calea Griviței nr.393 sector 1

SECTIA TEHNOLOGII DE INTRETINERE SI MODERNIZARE A
DRUMURILOR

SECTIA TEHNOLOGII DE INTRETINERE SI MODERNIZARE
CAI FERATE

INSTRUCTIUNI TEHNICE DEPARTAMENTALE
PRIVIND UTILIZAREA GEOTEXTILELOR DIN
MATERIALE REFOLOSIBILE IN LUCRARI DE
CONSTRUCTII PENTRU TRANSPORTURI

Redactarea I-a

25 octombrie 1983, București

FOAIE DE SEMNATURI

Colectiv de redactare :

Responsabil temă *V. Strungă* dr.ing. Vasile Strungă
Cercetător principal *M. Surugiu* ing. Mircea Surugiu

Sef secție T.I.M.D.,

M. Turcu
dr.ing. Marius Turcu

Sef secție T.I.M.C.F.,

V. Morariu
ing. Viorel Morariu

DIRECTOR

ing. Emil Spirea *E. Spirea*

TABLA DE MATERII

| | |
|--------------------------------------------------------------------|--------|
| I. <u>Introducere</u> | pag. 6 |
| II. <u>Obiectul instrucțiunilor</u> | 8 |
| III. <u>Geotextilele</u> | 9 |
| III.1. <u>Natura și proveniența geotextilelor</u> | 10 |
| III.2. <u>Rolurile (funcțiile) geotextilelor</u> | 10 |
| III.2.1. <u>Rolul mecanic</u> | 10 |
| III.2.1.1. Acțiunea de separație (anticontaminantă) | |
| III.2.1.2. Acțiunea de ranfort | |
| III.2.2. <u>Rolul hidric</u> | |
| III.2.2.1. Filtru | |
| III.2.2.2. Dre | |
| III.3. <u>Caracteristicile constructive ale geotextilelor</u> .. | 12 |
| III.3.1. <u>Caracteristici fizice</u> | 12 |
| III.3.1.1. Diametrul fibrelor | |
| III.3.1.2. Masa specifică a fibrelor | |
| III.3.1.3. Masa pe unitate de suprafață | |
| III.3.1.4. Grosimea geotextilelor | |
| III.3.1.5. Porozitatea sau indicele porilor | |
| III.3.2. <u>Caracteristici hidrice</u> | 14 |
| III.3.2.1. Permeabilitatea la apă | |
| III.3.2.2. Permitivitatea | |
| III.3.2.3. Transmisivitatea | |
| III.3.2.4. Sucțiunea | |
| III.3.2.5. Mărimea și distribuția pe dimensiune a porilor | |
| III.3.3. <u>Caracteristici mecanice</u> | 17 |
| III.3.3.1. Rezistența la tracțiune și alungirea la rupere | |
| III.3.3.2. Rezistența la prindere | |
| III.3.3.3. Rezistența la deșirare | |
| III.3.3.4. Rezistența la perforare | |
| III.3.3.5. Rezistența la întindere radială | |
| III.3.3.6. Incercarea canalului | |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| IV. <u>Elemente de calcul pentru proiectarea lucrărilor cu geotextile</u> | 20 |
| IV.1. <u>Alegerea și verificarea geotextilelor din punct de vedere hidric</u> | 20 |
| IV.1.1. Criteriile de dimensionare a filtrelor geotextile . | |
| IV.1.1.1. Criteriul de reținere a particulelor de pământ | |
| IV.1.1.2. Criteriul de permeabilitate | |
| IV.1.2. Proiectarea drenurilor | |
| IV.1.3. Proiectarea filtrelor pentru apărări de maluri și a straturilor de separație geotextile | |
| IV.2. <u>Verificarea rezistenței geotextilelor</u> | 22 |
| IV.2.1. Cazul golurilor înguste și lungi | |
| IV.2.2. Cazul golurilor circulare | |
| IV.2.3. Perforarea geotextilelor | |
| IV.2.4. Rezistența la prindere | |
| V. <u>Soluții constructive cu geotextile</u> | 26 |
| V.1. <u>Drenuri</u> | |
| V.2. <u>Straturi de separație</u> | |
| V.3. <u>Apărări de maluri</u> | |
| V.4. <u>Protecții de taluzuri</u> | |
| VI. <u>Recepția geotextilelor și a lucrărilor</u> | 29 |
| VI.1. <u>Recepția geotextilelor</u> | |
| VI.2. <u>Recepția lucrărilor ce se execută cu geotextile</u> | |
| Figurile 1-5 | |
| Anexa 1 : Lista temei | 31 |
| Anexa 2 : Notarea parametrilor de calcul | 35 |
| Anexa 3 : Tehnologii de fabricare a geotextilelor ... | 37 |
| Anexa 4 : Polimeri întrebuințați la fabricarea geotextilelor, descrierea geotextilelor românești și durabilitatea geotextilelor .. | 41 |
| Anexa 5 : Valorile orientative ale principalelor caracteristici constructive ale geotextilelor, consumul de energie convențională și costurile | 48 |
| Anexa 6 : Încercări de laborator pentru starea caracteristicilor constructive | 49 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexa 7 : Exemple de dimensionare a lucrărilor cu geotextile | 52 |
| Anexa 8 : Soluții constructive cu geotextile | 61 |
| Anexa 9 : Rețetele de graminee perenne recomandate pentru zonele climatice din țara noastră | 79 |
| Anexa 10: Norme de deviz pentru lucrări cu geotextile .. | 80 |
| Bibliografia | 83 |

1. INTRODUCERE

Geotextilele sînt straturi permeabile și rezistente de fibre sintetice iar în unele cazuri de fibre sintetice și naturale și se pot utiliza ca filtru, dren, strat de separație-armare sau strat de protecție a taluzurilor erodabile. Intrebuintarea membranelor etanșe, impermeabile, nu se prezintă în aceste instrucțiuni.

Pentru că diversitatea geotextilelor pe care inginerul o are la dispoziție este mare și crește în continuare este necesar ca la proiectare și execuție să se aleagă varianta mai bine adaptată la utilizarea dată. Această problemă nu se soluționează ușor fiindcă geotextilul îndeplinește, adesea, într-o aplicație, mai multe funcții iar alegerea trebuie să țină seama de acestea, de solicitările la care materialul va fi supus, de diversitatea pămînturilor și de complexitatea comportării lor hidrice și mecanice. Dacă nu se ține seama de acești factori alegerea geotextilului este o operație simplistă și se riscă să se ajungă periodic la eșecuri sau să se elimine injust unele produse.

Utilizarea geotextilelor în lucrările de terasamente și fundații se dezvoltă de circa 15 ani, pe de o parte datorită proprietăților acestor materiale, ce permit să se rezolve eficient unele probleme practice pe care le pun lucrările de pămînt și pe de altă parte, ușurinței de a fi puse în operă, costului redus al transportului și ieftinirii lucrărilor. Aceste materiale măresc sensibil productivitatea lucrărilor, scurtează și simplifică execuția și controlul calității acestora, conduc la economii de manoperă, materiale, energie. Prin rezistența lor la întindere preiau, redistribuie și micșorează solicitările în diverse straturi, determinînd creșterea siguranței construcțiilor, micșorarea dimensiunilor unor elemente constructive și diminuarea masei acestora. Prin folosirea geotextilelor se pot îmbunătăți soluții constructive tradiționale și adopta soluții complet noi, moderne, mai ușor de controlat și executat, mai ieftine și mai durabile. Ele conferă lucrărilor o mai mare fiabilitate.

Instrucțiunile au fost întocmite pe baza cercetărilor efectuate de către ICPTT și colaboratorii săi : IPTANA, Institutul de cercetări textile, Facultatea de Hidrotehnică București,

Facultatea de Construcții Iași, CCCF, Centrala lînei - MIU, Intreprinderea "Munca Textilă" București, Intreprinderea de Nețesute Rîmnicu Vîlcea, Institutul de cercetări pedologice și agricole, Direcția Drumurilor și a analizei cercetărilor similare efectuate în alte țări.

II. OBIECTUL INSTRUCȚIUNILOR

Capitolul III și anexele 3-6 cuprind o sinteză a cunoștințelor actuale privind geotextilele : natura lor, proveniența, procedeele de fabricație, rolurile (funcțiile) pe care le au în lucrările de construcții, caracteristicile constructive și metodele de verificare a acestora.

Un obiectiv principal al instrucțiunilor este stabilirea de reguli pentru alegerea unui geotextil la proiectarea și execuție, care sînt prevăzute în capitolul IV și anexa 7.

De asemenea, ele conțin soluții constructive cu geotextile pentru următoarele lucrări : amenajarea drenurilor, a straturilor de separație între pat și fundația drumului pe sectoare umede sau expuse la acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet, a stratului de separație între prisma de piatră spartă și terasamente la calea ferată, pentru apărări de maluri și protecții de taluzuri. Majoritatea soluțiilor constructive incluse în instrucțiuni au fost avizate în două comisii tehnico-economice ale Direcției drumurilor : document nr.630 din 26 decembrie 1978 pentru "Catalog de soluții constructive noi cu materiale națesute din deșeuri textile, pentru apărarea și protecția terasamentelor de drumuri" și document nr.262 din 4 decembrie 1982 pentru "Instrucțiuni privind proiectarea și execuția drenurilor înguste pentru drumuri și cale ferată". Cîteva soluții constructive au fost avizate de IPTANA iar cea privind utilizarea materialelor geotextile la terasamente de calea ferată, în scopul prevenirii înnozirii prismei de piatră spartă, urmează a fi avizată. În prezent se cunosc numeroase soluții constructive (aproape 50) ce pot fi aplicate în circa 10 domenii ale tehnicii construcțiilor. Nu au putut fi incluse ^{în} instrucțiuni soluțiile tehnice care privesc drumurile provizorii cu grile, unele rezolvări moderne și eficiente de drenuri, asanarea rambleelor și a digurilor hidromecanizarea prin folosirea geotextilelor, armarea pămîntului cu astfel de materiale pentru care este necesar să se continue experimentările. Aspectele privind soluțiile constructive experimentate sînt dezvoltate în capitolul V și în anexele 8-10.

Ultimul capitol se referă la recepția lucrărilor.

III. GEOTEXTILELE

III.1. Natura și proveniența geotextilelor

Folosirea în lucrările de pământ a unor împletituri nu este de dată recentă. Straturi de paie, stuf, nuiele îmbinate sub formă de rogojini, fascine, saltele s-au găsit în lucrările centenare. În timpul celui de-al doilea război mondial s-au întrebuințat materiale textile pentru a se trece operativ cu drumuri militare peste terenuri mlăștinoase.

Folosirea în domeniul construcțiilor a materialelor plastice deformabile, etanșe sau permeabile, rezistența la diverse solicitări, în cantități de ordinul zecilor de mii tone pe an, s-a generalizat de mult timp.

Utilizarea pe larg, în construcții, a fibrelor sintetice, s-a extins din anii '70, după ce în cursul anilor '50 s-a reușit să se producă industrial polimeri cu calități fizice, mecanice și chimice superioare, cum sînt polietilena, poliamida, poliesterul, polipropilena, polimerii acrilici, adaptați să facă față cerințelor lucrărilor de construcții.

Un material textil se caracterizează prin faptul că este fabricat din fire sau fibre. De circa 30 de ani fibrele naturale și artificiale se folosesc în diferite aplicații industriale, inclusiv lucrări de construcții.

Textilele întrebuințate pentru alcătuirea unor lucrări de fundații, terasamente și alte părți constructive, numite geotextile, sînt fabricate din fibre sintetice iar pentru unele aplicații practice dintr-un amestec de fibre sintetice și naturale.

În geotextile, ca în toate textilele, elementul de bază îl constituie fibrele sau firele asamblate între ele pentru a forma un strat subțire. Caracteristicile constructive ale unui geotextil sînt determinate de :

- natura și proprietățile fibrelor sau firelor din care sînt fabricate ;
- modul de asamblare a elementelor constitutive (de metoda de fabricație) ;
- masa pe unitate de suprafață.

Industria textilă este în măsură să furnizeze o varietate aproape infinită de produse a căror rezistență poate varia între $0,1 \text{ MP}_a$ și 10 MP_a , alungirea la rupere de 5-500 %, cu curbe efort-deformație de diferite forme, cu permeabilitatea trecînd de la zero la infinit, cu diametrul de filtra-re cuprins între cîțiva microni și cîțiva centimetri etc.

Anexa 1 prezintă o listă de termeni utilizați, iar anexa 2 notarea parametrilor de calcul folosiți în această instrucțiune.

Înțelegerea geotextilelor reclamă cunoașterea, cel puțin sumară, a tehnologiilor de fabricație a acestora, descrise în anexa 3, unde se prezintă și o schemă de clasificare a acestor materiale.

În timp ce rezistența inițială a geotextilelor este determinată de masa și metoda prin care s-au fabricat, caracteristicile lor biologice și chimice sînt legate, în primul rînd, de polimerul sau polimerii pe care-i au în alcătuire. În anexa 4 se prezintă polimerii întrebuițați pentru fabricarea geotextilelor.

Datorită condițiilor economice actuale, mai ales din cauza scumpirii petrolului și a necesității de a se reintroduce în circuitul producției materialele recuperabile și refofosibile, primele geotextile produse și realizate la noi în țară au fost fabricate din deșeuri textile defibrate. Aceste geotextile, realizate în anii 1974 (NETESIN și NETEZON), 1977 (TERASIN și TERAZON) și 1978 (TIFON) se prezintă, de asemenea, în anexa 4. În anexa 5 sînt indicate valorile orientative ale principalelor caracteristici constructive ale acestor geotextile.

III.2. Rolurile (funcțiile) geotextilelor

Incorporarea geotextilelor în pămînt dă posibilitatea să se amelioreze comportarea sa mecanică și hidrică.

III.2.1. Rolul mecanic

Geotextilele pot acționa asupra comportării mecanice a pămîntului după două modele :

III.2.1.1. Acțiunea de separație (anticontaminantă). Realizând un strat continuu între două materiale cu caracteristici mecanice diferite (cel mai adesea între un material granular și de un pământ fin umed argilos sau prăfos), geotextilul împiedică interpretarea lor sub acțiunea circulației vehiculelor, a vibrațiilor, prin compactare etc. Prin această acțiune geotextilul asigură conservarea proprietăților mecanice ale celor două naturi de pământuri aflate în prezență, cunoscând că penetrarea unei cantități mici de argilă sau praf umed (peste 6 %) în straturile granulare provoacă o cădere brutală a caracteristicilor mecanice ale acestora din urmă.

III.2.1.2. Acțiunea de ranfort (numită și armare sau aditiv de structură). Prin introducerea unui geotextil într-o lucrare de pământ se poate :

III.2.1.2.1. Reduce și omogeniza deformabilitatea pământului. Chiar dacă geotextilul utilizat nu este suficient de rezistent pentru a spori sensibil rezistența la rupere a pământului, el constituie un element de continuitate în complexul pământ-geotextil care se opune dezvoltării ruperilor locale ce apar în zonele mai slabe, acționând în sensul creșterii rezistenței la tracțiune a pământului.

III.2.1.2.2. Crește rezistența la rupere. Anumite geotextile pot fi eficiente pentru ameliorarea caracteristicilor mecanice ale lucrării fără a reduce posibilitatea acesteia de a se adapta la o mare deformație. Acționează rezistența lor la întindere și mărirea lor alungire.

III.2.2. Rolul hidric

Geotextilele pot acționa asupra comportării hidrice a pământului după următoarele două modele :

III.2.2.1. Ca filtru, opunându-se la antrenarea particulelor fine de pământ prin scurgerea apei fără a se colmata și asigurând infiltrarea apei. Un pământ natural este, în general, în echilibru stabil, adică intrarea (infiltrarea) și mișcarea apei au loc fără transport de particule solide. Atunci când prin construirea unui element drenant condițiile acestui echilibru se modifică, antrenarea particulelor poate avea loc. Prin realizarea sistemului:

de drenare se urmărește refacerea cât mai rapidă a echilibrului stabil.

S-a stabilit că pe suprafața geotextilelor dinspre sensul pe care are loc intrarea apei, în procesul filtrării, se formează un filtru invers natural (fig.1). Particulele de pământ mai mari decât golurile dintre fibre se opresc lângă geotextil iar pe măsură ce distanța de la acesta crește diametrul particulelor ce formează filtrul se reduce. Grosimea filtrului invers natural este de câțiva milimetri. Formarea filtrului invers natural, care poate avea loc repede, determină reducerea treptată și anularea cantității de particule fine ce migrează în geotextil, așa încât riscul contaminării devine neglijabil.

III.2.2.2. Ca dren. Geotextilele mai groase (interțesute, cusute, impregnate) sînt în măsură să asigure un debit suficient de scurgere a apei putînd constitui, în unele cazuri, un dren eficient.

III.2.3. În aplicațiile practice, contribuția relativă a diverselor funcții depinde de soluția constructivă respectivă. De obicei, geotextilele îndeplinesc simultan două, trei sau mai multe funcții.

III.3. Caracteristicile constructive ale geotextilelor

Cunoașterea caracteristicilor constructive fizice, mecanice și hidrice ale geotextilelor, stă la baza utilizării corecte a acestor materiale în lucrările de construcții.

III.3.1. Caracteristici fizice

Geotextilele sînt caracterizate prin grosimea lor mult mai mică, comparativ cu celelalte dimensiuni, prin continuitate, spre deosebire de structura discontinuă granulară a pămîntului, prin masa mult mai redusă, comparativ cu majoritatea materialelor utilizate în lucrările de fundații, prin capacitatea de a rezista la eforturi de întindere spre deosebire de pămînt ce nu preia astfel de solicitări, raport masa : rezistență cu valori ridicate, prin durabilitate mare.

Caracteristicile fizice ale geotextilelor sînt : diametrul fibrelor, masa specifică a fibrelor, masa pe unitatea de suprafață, grosimea, porozitatea și indicele porilor.

III.3.1.1. Diametrul fibrelor d_f din care sînt fabricate geotextilele este, de obicei, de 15-30 microni. Pentru geotextilele cu destinații speciale se pot folosi fibre cu diametre mai mari.

III.3.1.2. Masa specifică (volumică) ρ_f a fibrelor din care sînt fabricate geotextilele depinde de polimerii ce intră în alcătuirea lor, așa cum se arată în anexa 4.

III.3.1.3. Masa pe unitate de suprafață sau masa suprafațică a geotextilelor depinde de faptul dacă fibrele sînt noi sau din materiale re folosibile, de procedeul de fabricație și de grosimea lor g_k este cuprinsă între 200 și 1000 g/m².

III.3.1.4. Grosimea geotextilelor (a) depinde de procedeul de fabricație și masa pe unitatea de suprafață. Sînt mai groase geotextilele interțesute și mai subțiri cele lipite termic sau impregnate. Grosimea este cuprinsă între 1 și 10 mm și se măsoară pentru o presiune de 2 kPa.

III.3.1.5. În unele calcule de geotehnică, este necesar să se cunoască porozitatea sau indicele porilor geotextilelor.

Porozitatea n_g se exprimă prin raportul dintre volumul porilor și volumul total al geotextilului respectiv și poate fi scrisă sub forma :

$$n_g = 1 - \frac{V_{fu}}{V_f}$$

V_{fu} se poate stabili cîntărind geotextilul respectiv iar V_f rezultă ca o medie ponderată a maselor specifice ale componentilor din care este fabricat geotextilul.

Indicele porilor e_g este raportul dintre volumul porilor și volumul scheletului geotextilului respectiv și poate fi scris sub forma :

$$e_g = \frac{V_f}{V_f - V_{fu}} - 1$$

Grosimea, porozitatea și indicele porilor geotextilelor depind de presiunea la care aceste materiale sînt supuse în lucrări.

III.3.2. Caracteristici hidrice

III.3.2.1. Permeabilitatea la apă a geotextilelor sau coeficientul de filtrație k se stabilește din relația lui Darcy, potrivit căreia viteza de filtrație a apei v (sau debitul de apă Q , dacă viteza se înmulțește cu suprafața unitară A), într-un mediu poros saturat, este proporțională cu gradientul hidraulic i :

$$v = k \cdot i \quad (1)$$

$$Q = k \cdot i \cdot A \quad (2)$$

Permeabilitatea geotextilelor întinse sau cusute se modifică în funcție de presiune, așa cum se arată în anexa 7; k_{\perp} este de 3-4 ori mai mare comparativ cu cea perpendiculară pe acest plan.

În cazul geotextilelor lipite termic, care, practic, sînt incompresibile, permeabilitatea transversală este puțin influențată de o presiune aplicată pe suprafața lor, dar aceste materiale sînt lipsite de permeabilitate în planul lor. Valoarea coeficientului de permeabilitate indică puterea drenantă a unui geotextil, ca și în cazul pămîntului.

În anexa 6 se prezintă metoda de determinare a permeabilității transversale și în planul geotextilelor, iar în anexa 7 valori orientative pentru aceste caracteristici hidrice.

III.3.2.2. Permitivitatea (P) este aptitudinea unui geotextil de a lăsa să treacă un anumit debit de apă în direcție perpendiculară pe planul său și caracterizează puterea de filtru a acestuia. Se definește prin raportul dintre coeficientul de permeabilitate transversală la apă a geotextilelor (k_t) și grosimea lor (a) :

$$P = \frac{k_t}{a} \quad (3)$$

În calcule se folosește acest raport fiindcă debitul ce poate traversa un geotextil, la o presiune oarecare, este proporțional cu permitivitatea. k_t fiind exprimat în centimetri pe secundă (cm/s) iar grosimea în centimetri, P exprimă în s^{-1} .

Pentru geotextilele întreșute sau cusute permitivitatea are același ordin de mărime cu permeabilitatea transversală, în timp ce în cazul geotextilelor lipite termic, permitivitatea ca și permeabilitatea transversală nu sînt influențate semnificativ de presiunea la care sînt supuse în lucrări.

Relația care leagă debitul Q de permitivitate se stabilește plecînd de la formula lui Darcy, scrisă astfel :

$$\frac{Q}{A} = \frac{k_t}{a} \cdot \Delta h = P \cdot \Delta h \quad (4)$$

În această formulă Δh , pierderea de presiune hidraulică, se stabilește cu relația :

$$\Delta h = \Delta z + \frac{\Delta p}{\rho_{ap\acute{a}} \cdot g} \quad (5)$$

unde : Δz este diferența de înălțime, pe direcția de curgere a apei, între cele două extremități ale geotextilului; Δp -- diferența dintre presiunea apei la extremitățile respective se stabilește prin încercările cu edopermeametrul (anexa 6). A este aria probei.

III.3.2.3. Transmisivitatea (T) este aptitudinea unui geotextil de a lăsa să treacă un anumit debit de apă în planul său și caracterizează puterea de dren a acestuia. Se definește prin produsul dintre permeabilitatea la apă în planul geotextilului, k_p , și grosimea sa a :

$$T = k_p \cdot a \quad (6)$$

Acest produs se folosește în calcule pentru că debitul de apă care poate circula pe grosimea unui geotextil, pe unitatea de lățime și avînd un gradient dat, este proporțional cu transmisivitatea T . k_p fiind exprimat în centimetri pe secundă (cm/s) iar a în centimetri, T se exprimă în cm^2/s .

Pentru a avea o transmisivitate mare un geotextil trebuie să fie gros și să aibă permeabilitatea mare în planul său. Aceste condiții sînt cel mai bine îndeplinite de prefabricatele geotextile drenate. Geotextilele lipite termic sînt lipsite, practic, de transmisivitate.

Relația care exprimă debitul Q în funcție de transmisivitate se stabilește plecînd de la formula lui Darcy scrisă astfel :

$$\frac{Q}{b} = k_p \cdot a \cdot \frac{h}{L} = T \cdot i \quad (7)$$

unde :

b : lățimea secțiunii transversale de infiltrație a apei, perpendiculară pe direcția curentului de apă ;

L : lungimea liniei de curent ;

$$h = z + \frac{p}{\rho_a g} \quad (8)$$

Notațiile din relația (8) au aceleași semnificații ca cele din relația (5) de mai sus.

III.3.2.4. Sucțiunea geotextilelor (h). Intensitatea forțelor de reținere a apei de către geotextile este caracterizată de către sucțiunea apei din pori.

Curba sucțiune-umiditate se stabilește prin încercări, potrivit STAS 9180-73 "Teren de fundație. Determinarea capacității de reținere a apei de către pămînturi, la diferite sucțiuni".

III.3.2.5. Mărimea și distribuția pe dimensiuni a porilor geotextilelor (porometria) . Golurile dintre fibrele sau fibrele din care se produc geotextilele nu sînt rectangulare ci au forme și dimensiuni diferite. Pentru fiecare geotextil se poate stabili o curbă de distribuție pe dimensiuni a golurilor, similară cu curba granulometrică a pămîntului. Această caracteristică exprimă puterea filtrantă și anticontaminantă a geotextilelor.

Distribuția pe dimensiuni a porilor se poate stabili pe trei căi :

- prin măsurare directă la microscop ;
- prin cernerea, prin geotextil, a unor sfere calibrate de sticlă ;
- prin folosirea relației lui Laplace între sucțiunea h (cm) necesară pentru golirea golurilor având dimensiunea D (cm):

$$D = \frac{0,3}{h} \quad (9)$$

Reducerea dimensiunilor porilor geotextilelor supuse la diferite presiuni se stabilește cu relația :

$$\frac{D + d_f}{D' + d_f} = \sqrt{\frac{a}{a'}} \quad (10)$$

în care :

D : este diametrul porilor ce corespunde grosimii de geotextil a ;

D' : este diametrul porilor ce corespunde grosimii a' ;
grosimile a și a' se determină prin măsurători.

III.3.3. Caracteristici mecanice

III.3.3.1. Rezistența la tracțiune și alungirea la rupere

ϵ_R . Cunoașterea acestor două caracteristici este necesară pentru a aprecia rolul de armătură și totodată, condițiile de punere în operă ale unui geotextil. De asemenea, dau posibilitatea să se analizeze anizotropia acestui material pe baza valorilor stabilite pe două direcții perpendiculare (în sensul de fabricație a materialului și în sens transversal).

Alungirea la rupere ϵ_R este o valoare calculată convențional. Denumind ϵ_1 deformația medie longitudinală la rupere și ϵ_2 deformația ce corespunde direcției perpendiculare, la mijlocul epruvetei, ϵ_R se calculează cu relația :

$\epsilon_R = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_1 \cdot \epsilon_2$, deformațiile fiind pozitive pentru alungiri și negative pentru scurtări.

Deformabilitatea mare a geotextilelor permite redistribuirea tensiunilor și evitarea acumulării deformațiilor în anumite zone. Aceste materiale constituie în pământ și diverse straturi

o armătură deformabilă ce preia solicitare de întindere și diminuează deformăția totală. Datorită acestor efecte crește rezistența ansamblului elementului de construcție în care se prevede.

Metoda după care se stabilesc rezistența la tracțiune și alungirea și valorile orientative de calcul ale acestor caracteristici se prezintă în anexele 6 și 7.

III.3.3.2. Rezistența la prindere, σ_p . Această caracteristică modelează cazul întinderii unui geotextil, în pământ, între două puncte (de exemplu două pietre).

Metoda de stabilire a rezistenței la prindere se prezintă în anexa 5 iar un exemplu de calcul al geotextilelor la prindere în anexa 7.

III.3.3.3. Rezistența la deșirare, σ_d este rezistența geotextilului la continuarea unei ruperi începute dintr-un motiv oarecare (de exemplu, după ce, pe o margine, perpendicular pe direcția de tracțiune, a început ruperea). Această caracteristică este utilă pentru a prevedea comportarea în exploatare a unui geotextil, atunci când este în contact cu granule ascuțite. Și în acest caz se măsoară rezistența la deșirare în sensul de fabricație a materialului și în sens transversal.

Metoda de stabilire a rezistenței la deșirare și valorile orientative de calcul ale acesteia se prezintă în anexele 5, 6 și 7.

III.3.3.4. Rezistența la perforare σ_s (străpungere, poansonare, penetrare). Și această caracteristică permite să se prevadă comportarea în exploatare a unui geotextil. Ea exprimă acțiunea forțelor concentrate transmise de granulele de piatră. Comportarea geotextilelor la perforare depinde de mărimea pietrelor (un număr mare de contacte va avea ca efect creșterea rezistenței la poansonare), de curba granulometrică (granulozitatea întinsă conduce la reducerea golurilor dintre pietre, la creșterea numărului de contacte și a rezistenței stratului respectiv), gradul de compactare (prin compactare are loc reducerea golurilor dintre pietre, iar strivirile diminuează numărul de muchii vii), forma pietrelor (în cazul granulelor mici de piatră, rotunjite, perforarea este mai puțin probabilă).

Creșterea grosimii geotextilelor este însoțită de o sporire a rezistenței la perforare. Anizotropia reduce capacitatea

de rezistență la perforare a geotextilelor.

O mare alungire la rupere indică o bună comportare la perforare. Un geotextil cu alungire mare urmează forma pietrelor fără a se rupe. Tot astfel o așezare liberă, fără întindere, a geotextilelor, pe suprafața de așternere, are ca efect creșterea rezistenței la străpungere.

Metode de stabilire a rezistenței la poansonare se prezintă în anexa 6 iar în anexa 7 un exemplu de calcul a geotextilelor la penetrare.

III.3.3.5. Rezistența la întindere radială, T_r modelează, de asemenea, comportarea în exploatare a unui geotextil. Această solicitare este analogă cu încercarea C.B.R. și a condus la următoarele constatări : rezistența la întindere crește cu masa și densitatea geotextilelor, iar alungirea specifică se micșorează cu reducerea densității.

~~Metoda de stabilire a rezistenței~~ la întindere radială se prezintă în anexa 6 iar în anexa 7 modul de folosire a acestei caracteristici.

III.3.3.6. Încercarea canalului *) modelează starea de solicitare a geotextilelor așezate deasupra golurilor lungi.

Metoda de lucru în încercarea canalului se prezintă în anexa 6 iar în anexa 7 modul de folosire a acestei caracteristici.

*) Această încercare se efectuează în Franța și nu a putut fi încă pusă la punct în țara noastră. Se prezintă totuși în acest capitol spre a se putea explica și înțelege elementele de calcul expuse în capitolul următor care permit să se aleagă un anumit geotextil pentru o lucrare dată.

IV. ELEMENTE DE CALCUL PENTRU PROIECTAREA LUCRARILOR CU GEOTEXTILE

La proiectare, cînd se prevăd geotextile în alcătuirea lucrărilor de construcții, trebuie rezolvată, prin calcul, două feluri de probleme :

- alegerea și verificarea geotextilelor din punct de vedere hidric ;
- verificarea rezistenței geotextilelor la acțiunea solicitărilor sub care vor fi acționate în lucrări.

IV.1. Alegerea și verificarea geotextilelor din punct de vedere hidric

Problema alegerii și verificării geotextilelor din punct de vedere hidric se pune atît în cazul drenurilor, al apărărilor de maluri cît și în cazul straturilor anticontaminante.

IV.1.1. Criteriile de dimensionare a filtrelor geotextile

Alegerea unui filtru geotextil se face pe baza a două criterii :

IV.1.1.1. Criteriul de reținere a particulelor de pămînt de către geotextile. Geotextilele împiedică antrenarea particulelor de pămînt către apă, dar permit trecerea apei. Particulele de pămînt antrenate ar putea cauza umplerea cu noroi a corpului drenat și instabilitatea zonelor din vecinătatea drenurilor.

Criteriul de reținere de către geotextile a particulelor de pămînt se exprimă prin relația stabilită de Schober și Teindl în anul 1979 :

$$\frac{D_{95}}{d_{50}} \leq \frac{18}{U} \quad (11)$$

în care :

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (12)$$

Mărimile prin care se exprimă relațiile (11) și (12) sînt definite în fig.2 și 3 anexa 2 "Notarea parametrilor de calcul" și anexa 7 "Exemple de dimensionare a lucrărilor cu geotextile".

IV.1.1.2. Criteriul de permeabilitate. Permeabilitatea unui geotextil ce se utilizează ca filtru trebuie să fie mai mare ca permeabilitatea pământului, înmulțită cu un coeficient de siguranță a cărui valoare se recomandă a fi zece.

IV.1.2. Proiectarea drenurilor

IV.1.2.1. Prin realizarea unui dren se urmărește să se egaleze cantitatea de apă primită și evacuată de dren cu cea filtrată de pământ. Fluxul de apă este determinat de permeabilitatea pământului și de gradientul hidraulic al curentului de apă. Când drenul se realizează cu filtrul geotextil gradientul depinde de diferența dintre presiunea apei în pământ și geotextil. Colectarea, transportul și evacuarea (într-un cuvânt drenarea) apei sînt rapide dacă presiunea apei în pământ este maximă iar în geotextil minimă.

IV.1.2.2. În lucrările de asanare a pământului, geotextilele se utilizează în două alcătuirii principale :

- prima, cînd preiau rolul filtrului invers granular și împreună cu corpul drenat din materiale pietroase formează un dren vertical de asanare ;

- a doua, în care geotextilul însuși constituie un dren ce colectează, conduce și evacuează apa. Geotextilul se poate așeza vertical, înclinat sau orizontal.

IV.1.2.3. Pentru a se proiecta un dren de asanare se procedează astfel :

- plecînd de la relația prin care se exprimă permeabilitatea (3), ținînd seama de permeabilitățile transversale k_t . În funcție de presiunea pământului la diferite adîncimi, de grosimea geotextilului la presiunile respective, se stabilește cu relația (4) debitul de apă ce intră în dren ;

- cu relațiile prin care se exprimă transmisivitatea (6, 7 și 8) se calculează debitul ce poate fi condus de dren. În funcție de acest debit, de debitul stabilit mai sus și de coeficientul de siguranță rezultă fie lățimea drumului, dacă se alege un corp drenant cu un anumit coeficient de permeabilitate, fie invers.

În anexa 7 se arată un exemplu de dimensionare a drenurilor după metoda descrisă mai sus.

IV.1.2.4. Proiectarea unui dren orizontal. Apa va curge prin drenul orizontal dacă presiunea ei în partea centrală este mai mare decât la margini. Această condiție este îndeplinită datorită formei rambleului. O altă condiție ce trebuie îndeplinită, pentru a avea loc evacuarea apei, este ca presiunea ei în partea centrală a drenului să fie mai mică decât presiunea apei în pământ. Admițând că presiunea maximă a apei în geotextil (dren) este de 10-15 % din presiunea minimă a apei în pământ s-a dedus următoarea formulă pentru transmisivitatea apei prin geotextil, cu care se dimensionează drenurile orizontale :

$$T = k_p \cdot a = \frac{B^2 k}{c_v \cdot t} \quad (13)$$

Semnificația mărimilor prin care se exprimă relația (13) este definită în anexa 2, iar în anexa 7 se dă un exemplu de calcul.

IV.1.3. Proiectarea filtrelor pentru apărări de maluri și a straturilor anticontaminante geotextile

IV.1.3.1. Proiectarea hidrică a filtrelor geotextile pentru lucrări de apărări de maluri sau similare (lucrări executate prin hidromecanizate etc.) ca și a straturilor anticontaminante geotextile nu diferă principial de cea arătată la pct. IV.1.2.3, de mai sus.

IV.2. Verificarea rezistenței geotextilelor supuse la acțiunea solicitărilor

IV.2.o.1. Ruperea geotextilelor poate avea loc când acestea se aștern peste goluri cum sînt spații între pietre, crăpături, spații între panouri etc. Ruperea se mai poate produce prin perforarea geotextilului, sub acțiunea presiunii pământului în dreptul virfurilor ascuțite de piatră, în dreptul muchiilor etc. (fig.4).

IV.2.o..2. Presiunea pământului se stabilește după reguli cunoscute în geotehnică. Tot astfel supraîncălzirile, traficul. Presiunea poate fi nulă dacă pământul este coeziv iar golul îngust, mic sau cînd se poate considera că descărcarea pământului are loc prin fenomenul de boltă. Dacă pământul este

foarte umed, considerînd că ar avea loc și colmatarea geotextilului, trebuie introdusă în calcul și presiunea apei.

IV.2.o.3. Pentru calcule se consideră că golurile sînt lungi sau circulare. Exprimînd alungirea a geotextilului în funcție de săgeata y și lățimea x a deschiderii (cînd golurile sînt lungi) sau diametrul (notat tot cu x , cînd golurile sînt circulare) se obține ecuația (14), care este exactă pentru golurile de lungime infinită și aproximativă în cazul golurilor circulare (fig.5):

$$\xi = \frac{1}{2} \left(\frac{2y}{x} + \frac{x}{2y} \right) \arcsin \frac{1}{\frac{1}{2} \left(\frac{2y}{x} + \frac{x}{2y} \right)} - 1 \quad (14)$$

Tabelul (1) dă valorile $f(\xi)$.

Tabelul I

IV.2.1. Cazul golurilor

înguste și lungi

Ecuția de echilibru a încercărilor pentru lățimea x de mai sus este :

$$P = p \cdot x \cdot f(\xi) \quad (15)$$

Presiunea maximă ce poate fi preluată de un geotextil întins deasupra unui gol avînd lățimea b_c este :

$$P_{\max} = p \frac{b}{b_c} \quad (16)$$

În anexa 7 se dă un exemplu de calcul.

IV.2.2. Cazul golurilor
circulare

$$p = \frac{P_b}{2} f(\xi) \quad (17)$$

La cedarea geotextilelor P_{\max} are valoarea ce rezultă din relația (16).

| ξ % | $f(\xi)$ |
|---------|----------|
| 0 | ∞ |
| 2 | 1,47 |
| 3 | 1,23 |
| 4 | 1,08 |
| 5 | 0,97 |
| 6 | 0,90 |
| 8 | 0,80 |
| 10 | 0,73 |
| 15 | 0,64 |
| 20 | 0,56 |
| 25 | 0,55 |
| 30 | 0,53 |
| 40 | 0,51 |
| 45-70 | 0,50 |
| 75 | 0,51 |
| 90 | 0,52 |
| 100 | 0,53 |
| 110 | 0,54 |
| 120 | 0,55 |
| 130 | 0,56 |

IV.2.3. Rezistența la perforare

IV.2.3.1: Determinarea rezistenței la străpungere a geotextilelor se face scriind echilibrul forțelor de care sînt acționate în această solicitare. În cazul unei pietre izolate, cu laturi sub 10 cm, se poate considera că între geotextil-pietre există un singur punct de contact, iar rezistența la perforare este produsul dintre presiunea medie ce acționează p și suprafața pietrelor, σ^2 :

$$\tau_g = p \cdot \sigma^2 \quad (18)$$

IV.2.3.2. Cînd geotextilul este introdus sub un rambleu avînd masa volumică și înălțimea H , presiunea p din relația de mai sus este :

$$p = \gamma \cdot g \cdot H \quad (19)$$

În anexa 7 se dau două exemple de calcul a geotextilelor la perforare.

IV.2.4. Rezistența la prindere a geotextilelor. Este cazul de solicitare în care un geotextil este întins, de exemplu, între două pietre. Dacă dimensiunile pietrelor σ sînt apropiate între ele și de același ordin de mărime cu distanța dintre pietre întinderea transmisă de fiecare va fi :

$$T = P \cdot \sigma \quad (20)$$

Rezistența de prindere, care se stabilește prin încercarea de prindere (vezi anexa 6), pentru echilibru, trebuie să fie egală cu această forță T , iar P se stabilește cu relația (15), adică :

$$\tau_p = P \cdot \sigma^2 f () \quad (21)$$

IV.2.4.1. În cazul geotextilelor netesute :

$$\tau_p = 0,55 p \sigma^2 \quad (22)$$

IV.2.4.2. In cazul geotextilelor netesute, cu alungirea sub 20 % :

$$\sigma_p = 0,6 - 0,7 \text{ pc}^2 \quad (23)$$

IV.2.4.3. Pentru geotextile cu alungirea mică, sub 5 % :

$$\sigma_p = 1 - 1,5 \text{ pc}^2 \quad (24)$$

In anexa 7 se dă un exemplu de calcul a rezistenței la prindere.

V. SOLUTII CONSTRUCTIVE CU GEOTEXTILE

În prezent se cunosc numeroase soluții constructive cu geotextile (aproape 50) aplicabile în circa 10 domenii ale tehnicii construcțiilor. Aceste instrucțiuni cuprind soluțiile constructive experimentate în țara noastră, ce pot fi aplicate fără dificultăți. Nu au putut fi incluse soluțiile constructive care privesc drumurile provizorii cu grile, unele rezolvări moderne și eficiente de drenuri, asanarea rambleelor și digurilor, hidromecanizarea prin folosirea geotextilelor, armarea pământului cu geotextile.

V.1. Drenuri

V.1.1. În instrucțiuni sînt incluse trei soluții de drenuri cu geotextile (anexa 8, 1) :

- drenuri înguste cu adîncimea pînă la 2 m, executate cu pietriș și geotextile ;
- drenuri cu lățimea de 0,60-0,80 și adîncimea de 1,50-2,00 executate cu geotextile potrivit STAS 10.763/3-79 "Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor - drenuri de asanare" și "Catalog de elemente de detaliu pentru drenuri", IPTANA 1986 ;
- drenuri adînci cu geotextile.

V.1.2. Pentru drenuri se recomandă să se folosească geotextile cu masa de 200-400 g/m² (TERASIN 200, TERASIN 400 sau KETESIN 350).

V.1.3. Proiectarea drenurilor se face potrivit prevederilor din capitolul III al acestor instrucțiuni iar procesul tehnologic de execuție este descris în anexa 8.

V.2. Straturi de separație

V.2.1. Stratul de separație geotextil acționează ca o barieră între fundația și pat împiedicînd interpenetrarea lor și asigură o mai bună distribuție a sarcinilor. Acționînd ca armătură anihilează tendința de refulare laterală a pământului și de infundare a straturilor de deasupra. Apa în exces din pămînt pă-

trunde în fundația de material pietros (care nu este sensibil la modificarea umidității) și este eliminată prin sistemul de drenare, descărcându-se astfel presiunea apei din porii pământului. Forța verticală care rezultă din acțiunea forțelor din planul geotextilului reduce valoarea sarcinii de deasupra (greutatea straturilor și sarcina mobilă).

V.2.2. În aceste instrucțiuni sînt incluse pentru soluții constructive de straturi de separație cu geotextile (anexa 8, 2) :

- strat de separație geotextil pentru drumuri ce se execută pe pămînturi umede, cu consistență redusă ;
- strat de separație cu pietriș și geotextile pentru drumuri ce se execută pe pămînturi sensibile la acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet ;
- strat de separație geotextil între prisma de piatră spartă și terasamente la calea ferată ;
- strat de separație geotextil și materiale pietroase granulare pentru terasamente înalte de drumuri sau calea ferată, ce se execută pe terenuri umede, cu consistență redusă.

V.2.3. Pentru straturi de separație se recomandă să se folosească geotextile rezistente, cu masa de $600-800 \text{ g/m}^2$ (TERASIN 600, TERASIN 800 sau NETESIN 550 neîmpregnat sau împregnat).

V.2.4. Proiectarea straturilor de separație cu geotextile se face potrivit prevederilor din capitolul IV al acestor instrucțiuni iar procesul tehnologic de execuție este cel descris în anexa 8.

V.3. Apărări de maluri

V.3.1. Protecțiile și apărările de terasamente erodabile trebuie să fie permeabile la apă spre a se evita formarea presiunilor hidrostatice din spatele lor, care ar putea să le rupă. Totodată, este necesar ca particulele fine de pământ din spatele apărărilor de pământ să nu fie antrenate de apă spre a nu se produce erodarea pământului, fenomen care duce la prăbușirea și ruperea apărărilor. Geotextilele, datorită rezistenței lor ridi-

cate, a permeabilității și ușurinței de instalare, pot înlocui filtrul invers granular în apărări de maluri. Ele împiedică antrenarea particulelor de pământ., atât de către apa din fața apărării, cât și din pînza freatică, evitînd atât pericolul eroziunilor de mal, cît și al eroziunilor interne (sufozia). În același timp asigură schimbul de apă dintre pînza freatică și cea din fața apărării, fără a permite trecerea unui volum însemnat de particule fine. Este necesar ca la piciorul apărării geotextilul să fie fixat pînă sub adîncimea de afuiere.

V.3.2. În instrucțiuni sînt incuse patru soluții constructive de apărări de maluri cu geotextile (anexa 8, 3) :

- apărare cu geotextil și anrocament sau dale de beton ;
- apărare cu geotextil și anrocament fixat la partea inferioară cu beton sau gabion ;
- apărare cu geotextil fixat în terasamentul ce se execută concomitent cu așezarea geotextilului și anrocamentul de piatră ;
- apărare cu saltea mixtă de geotextil și fascine și cu anrocament.

V.3.3. Pentru apărări de maluri se recomandă să se folosească geotextile cu masa de 600-800 g/m² (TERASIN 600 sau 800 sau NETESIN 550 impregnat).

V.3.4. Proiectarea filtrului geotextil folosit în apărări de maluri se face potrivit prevederilor din capitolul IV. al acestor instrucțiuni, iar procesul tehnologic este cel descris în anexa 8.

V.4. Protecții de taluzuri cu geotextile și gazon

V.4.1. Eroziunea taluzurilor este un fenomen provocat de apa din precipitațiile atmosferice. La început se produc pe linia de cea mai mare pantă eroziuni de suprafață, la distanțe de 15-30 cm și pe adîncimi de 5-30 cm iar apoi adîncimea lor crește și se transformă în ogase sau făgase putînd avea lățimi și adîncimi de circa un metru. Sub acțiunea ploilor intense și îndelungate degradările evoluează și poate avea loc solifluxia taluzurilor. Solifluxia este fenomenul de deplasare a straturilor

superioare puternic umezite, îmbibate cu apă, de la suprafața versanților, de-a lungul pantelor înclinate și constituie o perturbare gravă a echilibrului existent pe aceste suprafețe. Lățimea de taluz afectată poate depăși 10 m, adâncimea este de câțiva metri și are loc pe întreaga lungime a taluzului. Volume mari de pământ sînt antrenate în mișcare și depuse la piciorul pantelor.

V.4.2. Protejarea taluzurilor împotriva degradărilor definite la pct. 4.1 se poate face cu geotextile însămînțate sau nu și cu gazon. Geotextilul acoperă întreaga suprafață a taluzului ce se înierbează, fixează locul semințelor și al plantelor tinere, care nu mai sînt mișcate și mutate de apă și vînt. Impiedică contactul direct dintre picăturile de ploaie și șiroașurile de apă și pămîntul din care a fost executat taluzul, evitînd astfel mărunțirea agregatelor de pămînt și antrenarea pe taluzuri. Ele asigură condiții pentru înierbarea uniformă și cu densitate dorită a taluzurilor cu înclinare mai mică de 2:3, conservă și ameliorează fertilitatea solului, rădăcinile realizează prinderea de pămînt a structurii și împreună se opun eroziunii consolidînd suprafața taluzului.

V.4.3. In aceste instrucțiuni sînt incluse patru soluții constructive de protecție a taluzurilor cu geotextile și gazon (anexa 8, 4) :

- protecția taluzurilor acoperite cu sol vegetal și cu NETEZON sau TERAZON ;
- protecția taluzurilor executate cu pămînt nefertil, cu NETEZON sau TERAZON ;
- protecția taluzurilor cu TIFON și gazon ;
- protecția taluzurilor înalte de debleu.

V.4.4. Geotextilele însămînțate NETEZON sau TERAZON se pot obține greu, prin comenzi speciale, pentru lucrări importante. In condițiile actuale se recomandă să se folosească TIFON.

V.4.5. Procesele tehnologice, regulile ce trebuie respectate cînd se execută protecțiile de taluzuri cu geotextile și gazon și rețetele de graminee perene recomandate pentru zonele climatice din țara noastră se precizează în anexele 8 și 9.

VI. RECEPȚIA GEOTEXTILELOR ȘI A LUCRĂRILOR

VI.1. Recepția geotextilelor

Recepția geotextilelor se efectuează în mai multe stadii:

VI.1.1. Cu ocazia emiterii comenzilor se alege geotextilul cel mai potrivit pentru lucrarea proiectată plecând de la valorile caracteristicilor constructive indicate în anexa 5 și de la rezultatele calculelor de dimensionare.

VI.1.2. În momentul livrării geotextilelor trebuie verificat produsul spre a constata dacă acesta corespunde celui comandat. Prima verificare se bazează pe observarea directă a produsului, a etichetei de livrare și pe executarea a câtorva încercări de identificare cum sînt măsurarea masei suprafețice și a uniformității acestei mase.

VI.1.3. În cazul în care însemnătatea lucrării proiectate reclamă geotextile cu caracteristici sigure, cînd cunoașterea valorilor acestora se consideră importantă, beneficiarul lucrării va solicita efectuarea unor încercări suplimentare. O primă verificare, ce se face prin laboratoare de chimie anume dotate este cea a conținutului de fibre sintetice care trebuie să fie de cel puțin 90 % din masa fibroasă. Stabilirea conținutului de fibre sintetice (nesupuse la biodeteriorare) și fibre naturale sau chimice biodegradabile se face potrivit STAS-urilor 9111/74 "Metode cantitative de stabilire a conținutului de fibre din materiale textile". Totodată, se verifică prin determinări celelalte caracteristici hidrice (coeficientul de permeabilitate) și mecanice (rezistențele la solicitări) potrivit metodelor indicate în anexa 6. După examinarea rezultatelor acestor determinări se autorizează sau nu punerea în operă a geotextilelor respective.

VI.2. Recepția lucrărilor executate cu geotextile

VI.2.1. În cazul utilizării curente punerea în operă a geotextilelor nu ridică probleme tehnice dificile. Așezarea lor corectă se constată imediat vizual.

VI.2.2. Se vor avea în vedere următoarele precauțiuni:

- îmbinarea fișiiilor se va face prin coasere, asigurându-se astfel conlucrarea, la preluarea solicitărilor, a diferitelor fișii geotextile ;

- geotextilele nu vor rămâne mai mult de 1-2 zile expuse la radiația solară ;

- geotextilele nu trebuie derulate înainte de a fi încorporate în lucrare. Este posibil, de exemplu, ca lăsând o fișie în noroi geotextilul să fie colmatat.

VI.2.3. În funcție de soluția constructivă concretă se vor avea în vedere și următoarele aspecte :

- pregătirea suprafețelor pe care se aștern geotextilele;

- modul de prindere de pământ ;

- punerea în operă a materialelor de deasupra geotextilelor (între un strat de pietre ascuțite și geotextil trebuie să se interpună un strat de 5-10 cm de balast, nisip, cenuși industriale) ;

- modul de punere în operă în apă a geotextilelor.

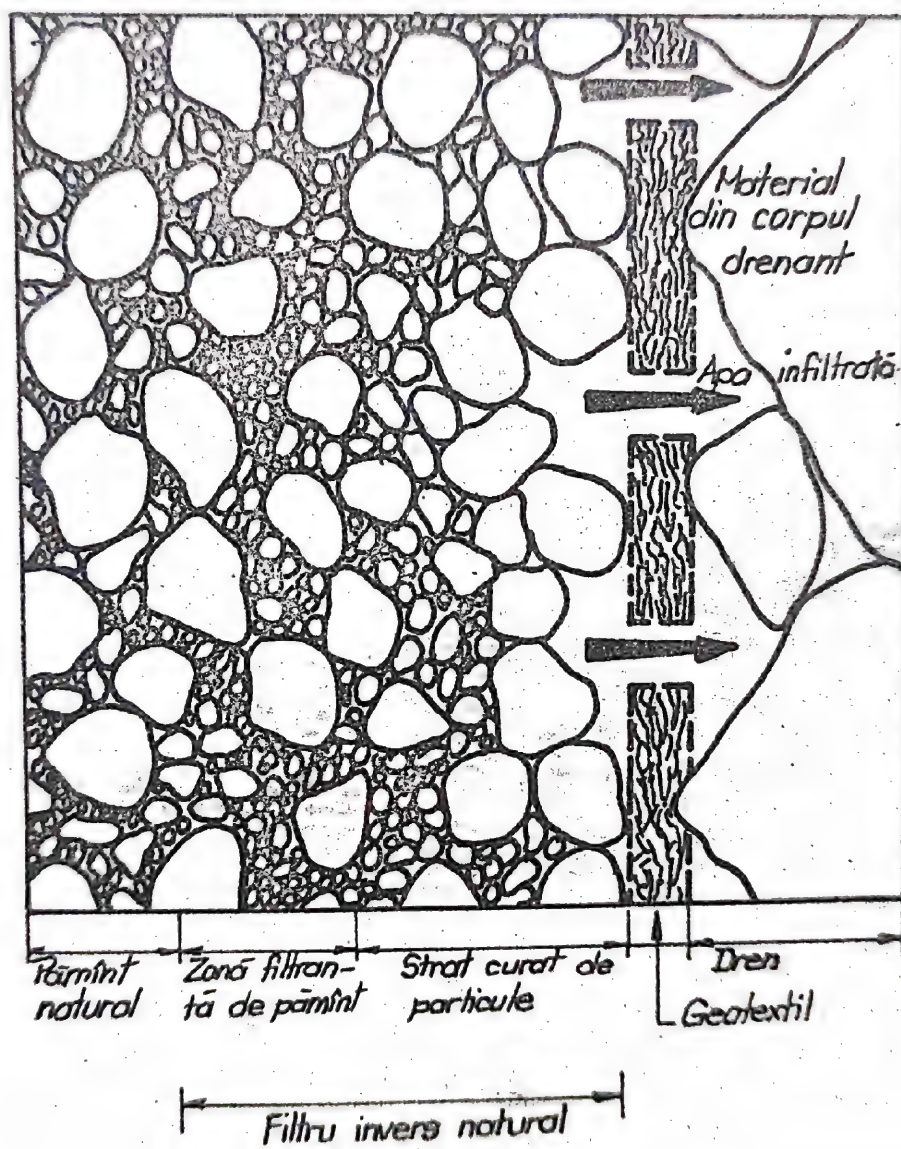
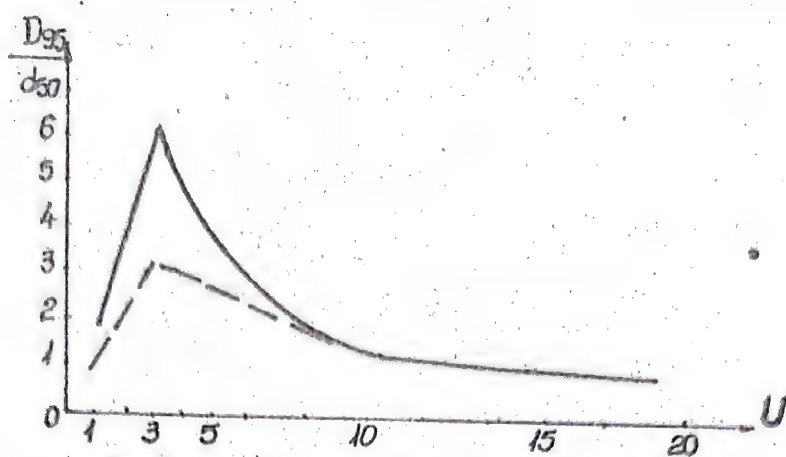
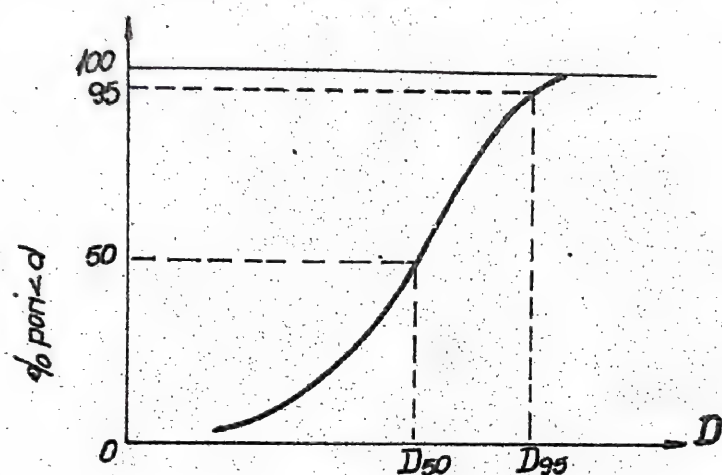


Fig.1 – Filtrul invers natural

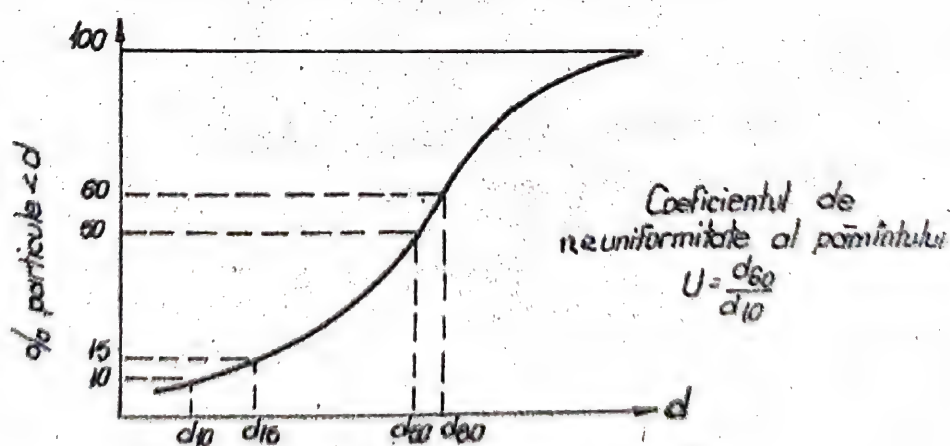


- Coeficientul de neuniformitate al pământului.

Fig. 2 - Criteriul de reținere a particulelor de pământ



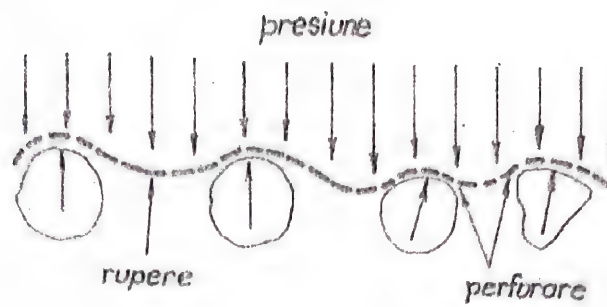
- Dimensiunile porilor geotextilelor, D
(a)



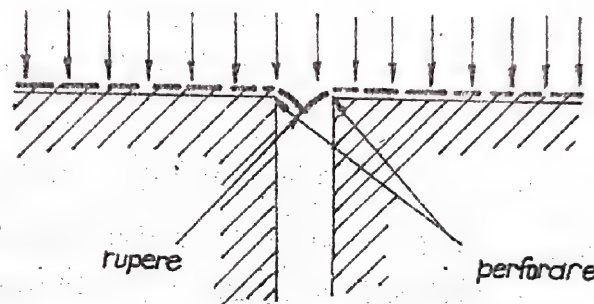
- Dimensiunile particulelor de pământ; d
(b)

Fig. 3 - Caracterizarea geotextilelor și a pământului:

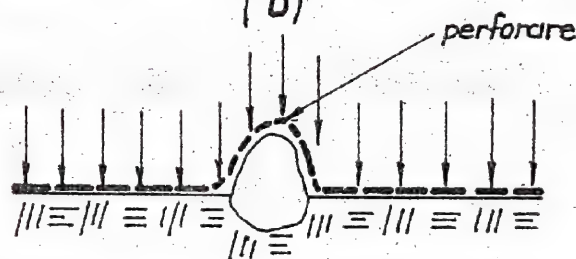
(a) - curba de distribuție a porilor unui geotextil;
(b) - curba granulometrică a pământului



(a)



(b)



(c)

Fig. 4. - Solicitarea geotextilelor

- a - Încărcările și cedarea geotextilelor;
- b - galuri înguste și lungi.
- c - (perforare)



Fig. 5 - Schema de calcul a geotextilelor încărcate

LISTA DE TERMENI

Materiale textile : noțiune care înglobează materialele naturale și chimice destinate fabricării articolelor și produselor textile.

Fibră : element constituent al unui produs textil caracterizat prin flexibilitate, finețe și raport lungime grosime ridicat.

Filament : fibră continuă de lungime nedefinită.

Fibre tăiate : fibre textile obținute prin tăierea unor fibre, filamente sau fire la anumite lungimi.

Fir : ansamblu de filamente sau fibre discontinue având mare lungime.

Fir monofilament : fir constituit dintr-un singur filament.

Fir multifilament : fir constituit din mai multe filamente.

Fibre chimice : sînt fibre obținute din polimeri sintetici sau din polimeri naturali.

Fibre sintetice : sînt fibre obținute din polimeri sintetici, prin sinteză și sînt rezistente la biodegradare.

Fibre chimice regenerate : sînt fibre obținute din polimeri naturali, celulozice (calofibra) sau proteice (caseina). Sînt hidrosolubile și supuse la biodegradare într-un interval de timp relativ scurt (unul la cîțiva ani).

Fibre naturale : sînt fibre obținute de la animale (proteice : lînă, mătase) sau prin prelucrarea unor produse vegetale (celulozice : bumbac, in, cîneapă). Sînt hidrosolubile și supuse la biodegradare.

Textil : produs din materiale textile avînd o suprafață utilizabilă importantă în raport cu grosimea sa și pre-

zentînd o rezistență satisfăcătoare la tracțiune.

Geotextil : textile fabricate din fibre sintetice sau amestec de fibre sintetice și naturale, avînd proprietăți specifice (permeabilitate, rezistență etc.), rezultate din alcătuirea fibroasă și procedeul de fabricație și care se folosesc în lucrări de fundații și terasamente sau alte părți ale construcțiilor.

Geotextil țesut : geotextil fabricat prin țesere din două sisteme ortogonale de filamente sau fire.

Geotextil netesut : geotextil fabricat prin alt procedeu și nu prin țesere. Este constituit din fibre sau filamente orientate în același sens sau aleatoriu și a cărui coeziune este asigurată în procesul de fabricație, prin metode mecanice, mecanice-termice, mecanice-chimice sau printr-o combinație a acestor metode.

Geotextil cusut : geotextil fabricat prin coaserea-tricotarea a două sisteme ortogonale de fire sau filamente.

Geotextil întrețesut : geotextil netesut avînd fibrele sau filamentele îmbinate mecanic cu ajutorul unor ace în formă de spic.

Geotextil netesut termosudat : are fibrele îmbinate prin puncte de sudură rezultate din fuziunea parțială sau totală a unui număr oarecare de fibre.

Geotextil netesut liat cu rășină : are fibrele întrețesute și legate chimic cu ajutorul unei rășini.

Membrane : textile omogene, suple, impermeabile.

Plăci textile : textile rigidizate.

Film : material omogen nefibros, continuu, subțire și suplu.

Benzi sau laminate : benzi continue, înguste, avînd grosime mică, în raport cu lățimea, obținute prin tăierea fin fire sau filare directă dintr-o masă plastică.

Pătură fibroasă : ansamblu de fibre, filamente, fire sau benzi dispuse într-un fel ordonat sau nu, avînd coeziune slabă

sau nulă și grosime mică în raport cu celelalte dimensiuni.

Grilă : tip de geotextil construit prin suprapunerea sau îmbinarea unor fire, filamente, benzi și prezentînd o structură deschisă, cu goluri mult mai mari ca dimensiunile aparente ale materialelor constituente.

Lanț : ansamblu de fire paralele cu semnul de avansare a unui textil în timpul fabricației (băteală).

Urzeală : ansamblu de fire perpendiculare pe lanț.

Ochi : elementul geometric din care este format un tricot.

Filare : operație ce constă din transformarea în fibre a unei mase plastice topite, în urma trecerii ei printr-o duză.

Calandrare : operație ce constă din a face să treacă o pătură fibroasă printre două rulouri încălzite, sub presiune.

Masă suprafațică : masa pe unitate de suprafață.

Defibrare : operație ce se execută în fabricile textile cu utilaje numite carde și în urma căreia materiale textile țesute sau netesute sînt readuse la starea de fibre.

Monomer : moleculă capabilă de a reacționa cu molecule identice sau diferite pentru a forma polimeri și este cea mai mică unitate care se repetă în structura polimerului.

Polimer : moleculă a cărei structură este caracterizată prin repetarea de două n ori a unuia sau a mai multor tipuri de unități monomerice și a cărei masă moleculară este multiplul masei moleculare a unității monomerice.

Material plastic (masă plastică) : material care în stadiul finit este solid și conține ca ingredient principal un polimer sintetic cu masă moleculară mare care în stadiul de prelucrare este fluid, iar formarea se face în general prin căldură și presiune. În aceste instrucțiuni s-a considerat că materialele plastice folosite la fabricarea firelor sau fibrelor sintetice pentru geotextile nu sînt hidrosolubile și biodegradabile.

Porometrie : măsurarea dimensiunilor porilor unui géo-textil și repartiția pe dimensiuni a porilor.

Forța de rupere : forța maximă ce poate fi suportată de o probă în încercarea de tracțiune.

Alungirea la rupere : alungirea ce corespunde momentului în care este atinsă rezistența de rupere.

Consolidarea păturii fibroase : procedeul de fabricație mecanic, fizic sau termic prin care se conferă păturii fibroase rezistența finală a geotextilului.

Contaminarea geotextilelor : denumește reducerea coeficientului de permeabilitate a acestor materiale datorită opririi între fibre a unei cantități oarecare de particule fine de pământ.

ANEXA 2

NOTAREA PARAMETRILOR DE CALCUL

- a -grosimea geotextilelor
- b -lăţimea geotextilelor
- B -lăţimea unui rambleu
- c_v -coeficientul de consolidare a pământului
- d -diametrul particulelor de pământ
- d_{10} -diametrul particulelor de pământ ce corespunde procentului de 10 % particule (pe curba granulometrică a pământului)
- d_{50} -idem, pentru procentul de 50 % particule
- d_{60} -idem, pentru procentul de 60 % particule
- d -diametrul fibrelor din care sînt fabricate geotextilele
- D -mărimea golurilor dintre fibre
- D_{95} -mărimea golurilor ce corespunde procentului de 95 % pori ai unui geotextil (pe curba de distribuţie a polilor)
- e_g -indicele porilor geotextilelor
- alungirea geotextilelor supuse la întindere
- ϵ_R -alungirea la rupere
- ϵ_1 -alungirea longitudinală
- ϵ_2 -alungirea transversală
- g -accelearaţia gravitaţiei : 9,81 m/s
- ρ -masa specifică a pământului
- ρ_f -masa specifică a fibrelor
- ρ_{fu} -masa specifică a geotextilelor (inclusiv golurile)
- h -secţiunea geotextilelor
- H -înălţimea unui rambleu
- k -coeficientul de permeabilitate a geotextilelor sau a pământului
- k_t -coeficientul de permeabilitate transversală a geotextilelor
- k_p -coeficientul de permeabilitate în planul geotextilelor
- n_g -porozitatea geotextilelor
- P -permeabilitatea geotextilelor
- $\rho_{apă}$ -masa specifică a apei la 20°C
- rezistenţa la tracţiune a geotextilelor

A₂

9
8
7
6
5
4
3
2
1
U
y
x

- rezistența la prindere
- rezistența la deșirare
- rezistența la perforare
- rezistența la întindere radială
- tracțiunea în geotextil
- coeficientul de uniformitate a pământului = $\frac{d_{60}}{d_{10}}$
- săgeata geotextilului deasupra unui gol
- lățimea deschiderii deasupra unui gol

TEHNOLOGII DE FABRICARE A GEOTEXTILELOR

=====

Un mare număr de proprietăți ale geotextilelor cum sînt: forma curbei efort-deformație, rezistența la întindere și desirare, porozitatea și permeabilitatea, depind de tehnologia de fabricație a acestor materiale.

Se cunosc două familii principale de tehnologii aplicate la fabricarea geotextilelor (vezi și schema de clasificare de la sfîrșitul acestei anexe, fig. 3.5.):

- geotextile fabricate prin țesere ;
- geotextile nețesute.

Unii autori consideră că mai sînt trei tehnologii:

- grilele ;
- tricoturile (coaserea) ;
- geotextilele compuse.

Aceste tehnologii pot fi incluse în una dintre cele două tehnologii principale enunțate mai sus.

3.1. Teserea este intercalarea a două straturi de fire (sau benzi, ca în cazul grilelor) perpendiculare. Firele de băteală trec deasupra sau dedesubtul firelor de urzeală și reciproc. Un model de țesere este definit prin numărul de fire pe unitatea de lungime de băteală și urzeală.

Geotextilele țesute, fabricate cu o anumită masă și dintr-un anume polimer, pot avea rezistențe mari la rupere și module ridicate, pentru solicitările ce se exercită în direcția de producere (direcția urzelei) sau în sens transversal (al bătelei). Pentru solicitările ce se exercită în direcția oblică geotextilele țesute au un modul de rezistență redus. Geotextile țesute sînt anizotrope d.p.v. al comportării la acțiunea solicitărilor.

Pe de altă parte țeserea este tehnologia de fabricație ce permite cea mai mare omogenitate a produsului. Din potrivă, etapele de filare și țesere reprezintă d.p.v. al costului o valoare net mai mare față de celelalte tipuri de geotextile. Totodată,

A₃

d.p.v. hidric, sînt foarte diferite de neșesute căci au o structură geometrică tridimensională. În fine, au o deformabilitate relativ redusă, ce poate fi insuficientă pentru anumite aplicații geotehnice, cînd geotextilele trebuie să se poată adopta fără a se rupe.

În figura 3.1. se arată schema de principiu a geotextilelor țesute.

3.2. Neșesutele sînt geotextile constituite din filamente continue sau fibre tăiate, dispuse dintr-un mod dezordonat și legate prin procedee mecanice, termice sau chimice.

În cazul filamentelor continue acestea sînt puse în strat direct la ieșirea din sistemul de filare și etirare în proces continuu, tratamentul de consolidare (îmbinare a filamentelor) putînd fi integrat acestui proces. În cazul fibrelor tăiate producerea lor și fabricarea stratului sînt două operații distincte.

În figura 3.2. se arată principiul de fabricație a geotextilelor neșesute.

O caracteristică generală a celor mai multe neșesute este faptul că sînt aproximativ izotrope în funcție de dispunerea dezordonată a constituenților.

Principalele procedee de consolidare a geotextilelor neșesute sînt următoarele :

3.2.1. Interteserea este un procedeu de consolidare pur mecanic în care un număr mare de ace (în formă de spic) traversează stratul de filamente sau fibre într-o mișcare alternativă rapidă, în timp ce pătura fibroasă se deplasează lent pe mașină. Acele antrenează fibrele încurcîndu-le, ceea ce este suficient să confere geotextilului o coeziune importantă. Între fibre nu se formează legături rigide și se obține un material ce poate absorbi deformări foarte mari localizate, fără a se rupe și care prezintă o ridicată rezistență la deșirare. Este, totodată, tehnologia care conduce la o porozitate mare. Rezistența la rupere obținută este comparabilă cu cele furnizate de alte tehnologii descrise în această anexă.

În figura 3.3. se prezintă schematic tehnologia de interțesere.

Această tehnologie se folosește cu succes la fabricarea geotextilelor din fibre lungi, la prima utilizare, cum sînt BIDIM, POLYPELT, MADRIL etc.

3.2.2. Consolidarea termică. Principiul acestei tehnologii constă în a comprima la cald un strat de fibre sintetice și în a-l trece între două rulouri a căror temperatură crește simultan. Această operație se numește calandrare. Rezultă, între fibre, suduri superficiale. În unele cazuri fibrele sînt anrobate, în stadiul de filare, cu un alt polimer avînd punct de înmuiere mai coborît, fapt ce facilitează sudura.

Această tehnologie conduce la o bună legătură între fibre, mai ales în cazul geotextilelor cu masă suprafațică mare. Se obțin materiale mai puțin afîinate, mai dense și în general cu rezistență la rupere mai ridicată și cu permeabilitate mai mică, comparativ cu celelalte geotextile. Aceste deosebiri pot fi, după caz, avantaje sau dezavantaje în funcție de lucrarea unde se aplică. În unele aplicații practice trebuie folosite geotextile mai dense și mai rezistente în altele, dimpotrivă, geotextile mai afîinate.

Această tehnologie se folosește la fabricarea unor geotextile larg utilizate cum sînt FIBERTEX, TERRAM, TYPAR.

3.2.3. Consolidarea prin coasere-tricotare. Prin această tehnologie se produc geotextilele românești NETESIN și NETEON care se prezintă în anexa 4. Firele de coasere, ce constituie ochiuri succesive dispuse în coloane sau rînduri, pot fi foarte rezistente și deformabile în toate direcțiile. Tehnologia prin coasere-tricotare dă posibilitatea să se folosească la fabricație fibre și fire scurte cum sînt cele provenite din defibrarea deșeurilor textile re folosibile și reutilizabile.

3.2.4. Consolidarea chimică constă în impregnarea unei pături fibroase interțesute cu un liant sintetic. Prin această tehnologie se produc geotextilele românești TERASIN și ~~NETESIN~~ ^{o variantă de} NETESIN din materiale textile re folosibile și reutilizabile, cum se prezintă în anexa 4.

3.2.5. Grilele sînt geotextile ce prezintă o structură deschisă, avînd goluri cu dimensiuni mult mai mari ca materialul din care sînt fabricate. Se produc prin turnare, tratament termic sau prin țesere, în funcție de scopul urmărit. Grilele țesute sînt suple în timp ce grilele tratate termic sînt rigide.

În figura 3.4 se arată o grilă.

3.2.6. Geotextilele compuse combină proprietățile diverselor tipuri de geotextile : grilă cu nețesut consolidat chimic, rezistența cu filtrarea etc. Pentru sporirea rezistențelor geotextilelor se pot prevedea fire sau benzi suplimentare pe anumite direcții.

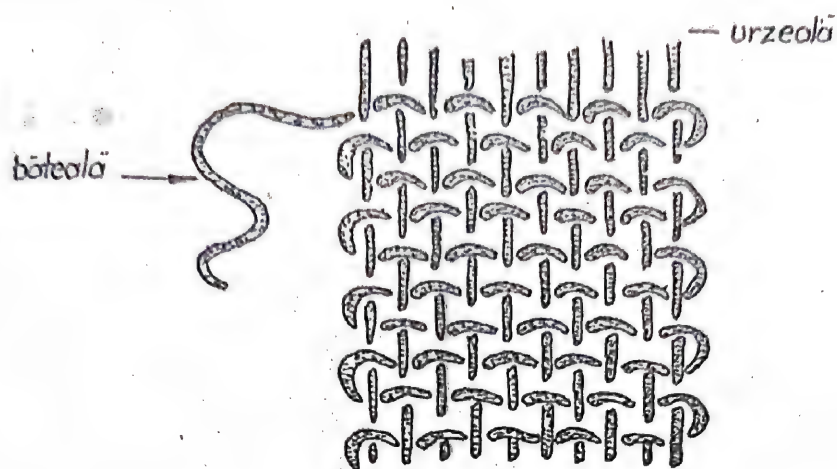


Fig. 3.1 - Schema de principiu a geotextilelor țesute

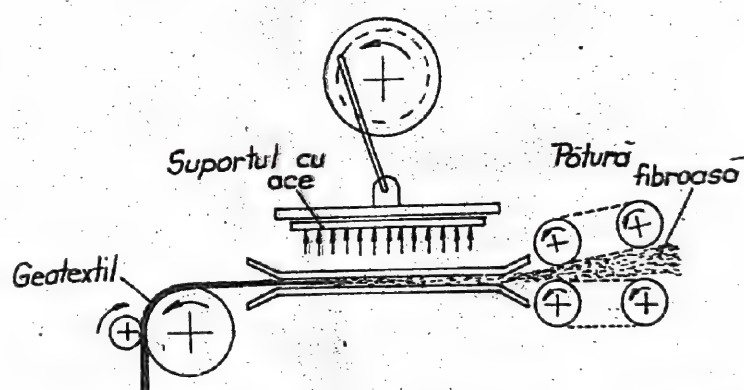


Fig. 3.3 - Schema tehnologiei de interțesare

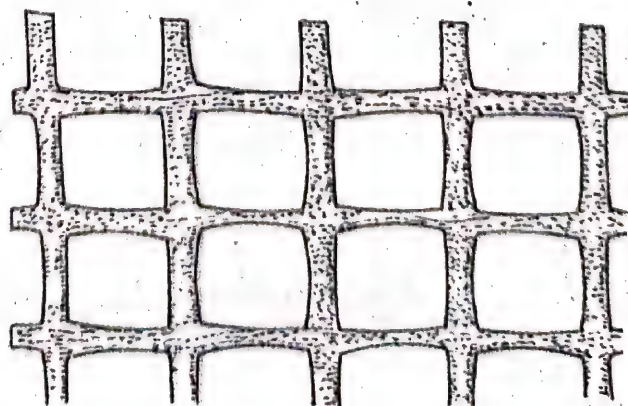


Fig. 3.4 - Grilă

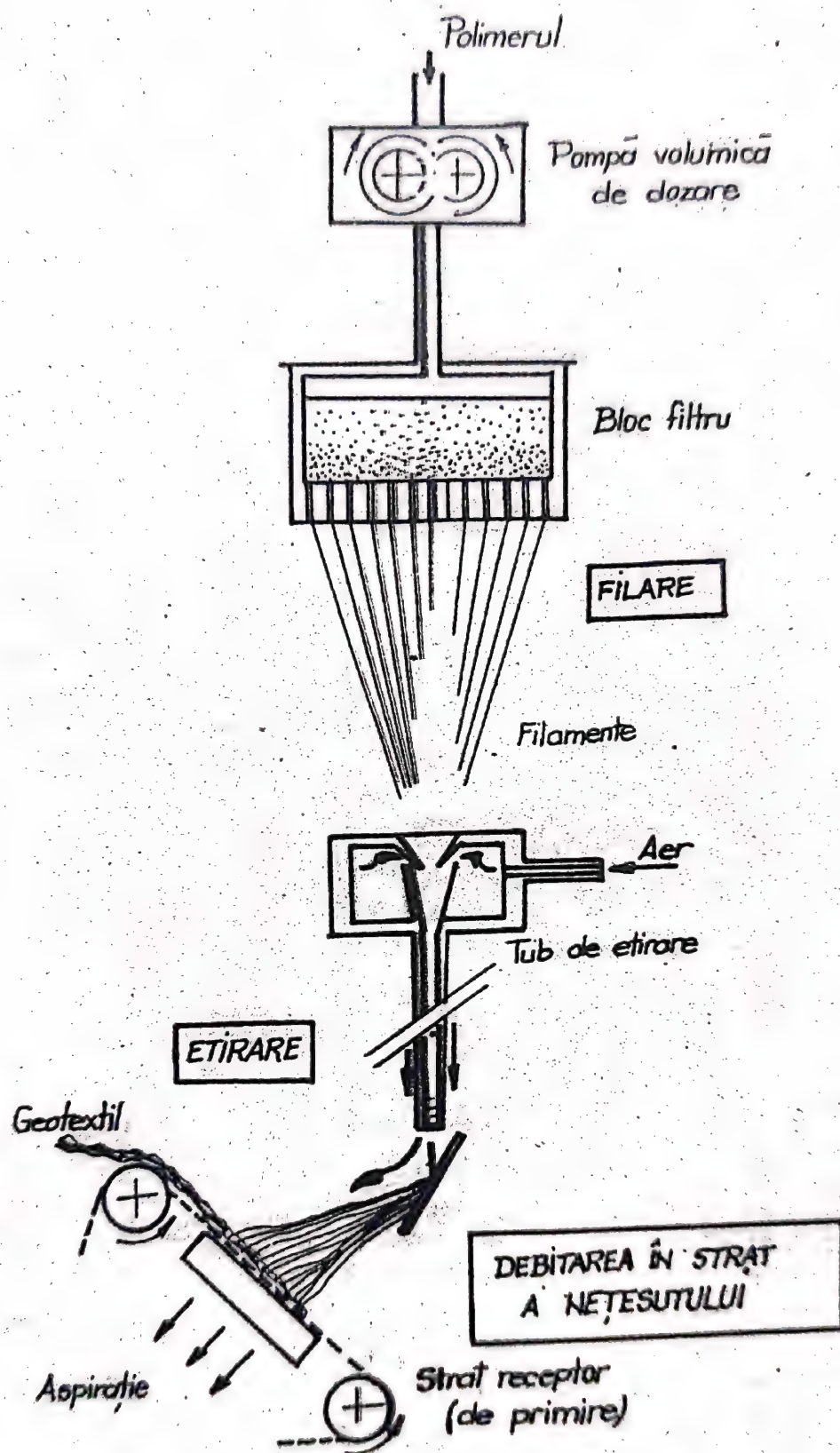


Fig. 3.2 - Principiul de fabricație a geotextilelor netesute

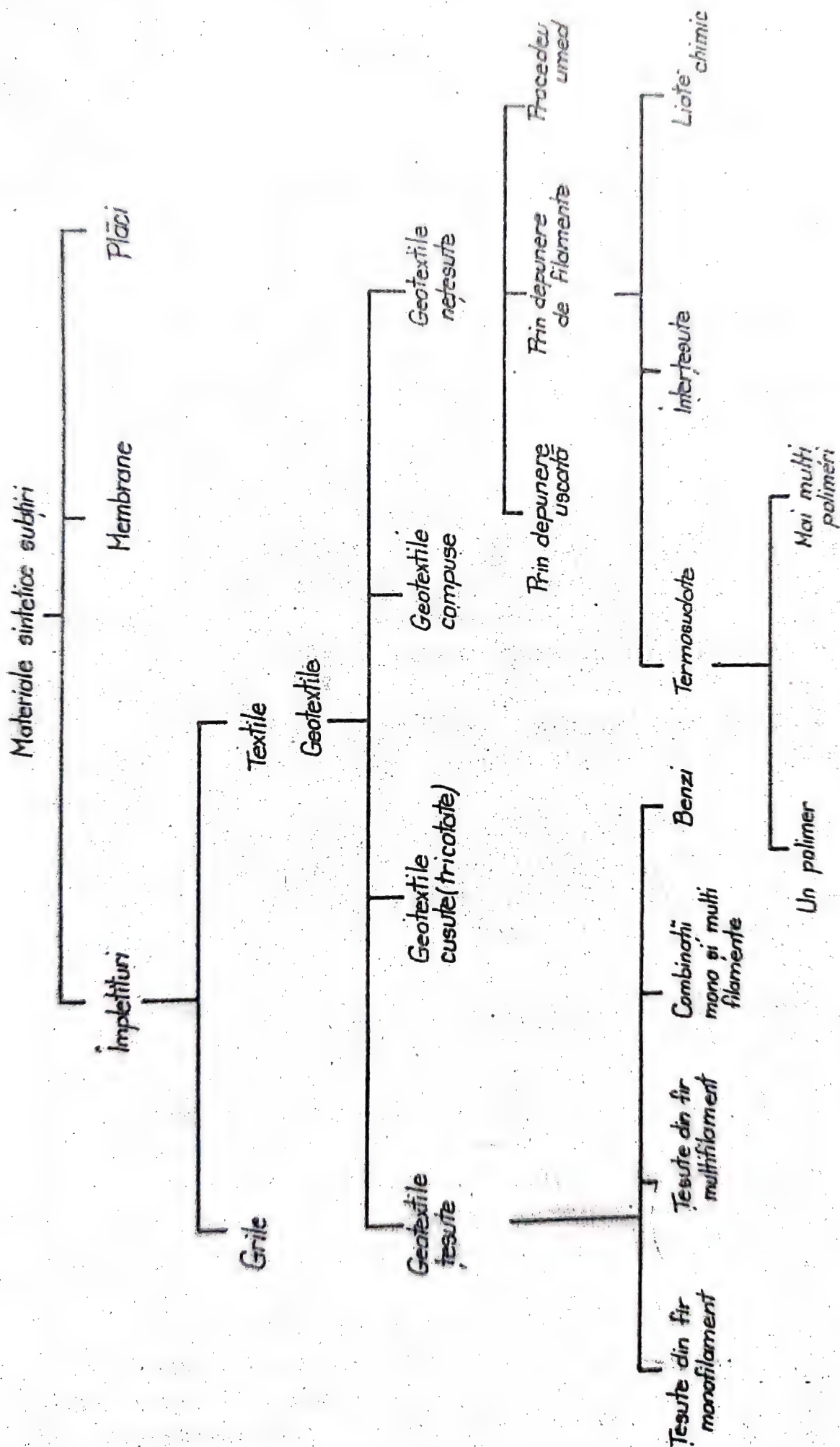


Fig. 3.5. - Schema de clasificare a geotextilelor

POLIMERII ÎNTREBUINȚATI LA FABRICAREA
GEOTEXTILELOR, DESCRIEREA GEOTEXTILELOR
ROMANEȘTI ȘI DURABILITATEA GEOTEXTILELOR

4.1. Clasificarea fibrelor și firelor folosite în
industria textilă

Fibrele și firele întrebuințate în industria textilă pentru fabricarea diverselor produse se pot clasifica astfel :

4.1.1. Fibre chimice

4.1.2. Fibre naturale

Fibrele chimice, la rândul lor, se pot clasifica în :

4.1.1.1. Fibre sintetice, obținute prin sinteză din polimeri sintetici, cum sînt : polietilena, poliesterul, polipropilena, polimerii acrilici etc. Aceste fibre nu sînt hidrosolubile și biodegradabile.

4.1.1.2. Fibre chimice regenerate care pot fi celulozice (celofibre) sau proteice (cazeina). Aceste fibre sînt hidrosolubile.

Fibrele naturale, de asemenea, se pot clasifica în proteice, cum sînt lîna și mătasea și celulozice, cum sînt bumbacul, cînepa, inul și altele. Fibrele naturale sînt, într-o perioadă mai scurtă sau mai lungă, hidrosolubile și biodegradabile.

4.2. Polimerii întrebuințați la fabricarea geotextilelor

Marea majoritate a geotextilelor sînt fabricate din fibre sau fire sintetice. Numai geotextilele folosite pentru protecția taluzurilor se produc din 20-40 % fibre sintetice și respectiv 60-80 % fibre chimice sau fibre naturale.

Polimerii cei mai întrebuințați la fabricarea geotextilelor sînt : polietilena, poliamida, poliesterul, polipropilena și polimerii acrilici. Principalele lor proprietăți se descriu în continuare.

Polietilena poate fi de presiune înaltă, medie și joasă avînd masa volumică de 0,910-0,925; 0,926-0,940 și 0,941-0,965. Este un material termoplastic, flexibil, se descompune aproape de temperatura de 300°C, se înmoaie în jurul temperaturii de



de 115°C și devine casant la -25°C. Alungirea este mai mare la polietilenele cu densitate mică (de 200-500 %) și se reduce la 20-30 % la cele cu densitate mare. Unele proprietăți specifice bune cum sînt rezistența la agenți chimici și rezistențele mecanice au polietilenele fabricate cu catalizatori amilsodiu.

Proprietățile poliamidelor depind de natura amidei și a poliacidului din care provin, dar au comun : rezistența mare la oboseală, șoc, abraziune, agenți chimici și sînt complet inerte. Au masa volumică de circa 1,3 g/cm³, bune rezistențe mecanice (mai ales alungirea la rupere) și pot fi etirate.

Poliesterii pot fi fabricați de diferite tipuri, corespunzător caracteristicilor pe care urmează să le posede : rezistențe mecanice, flexibilitate, stabilitate la lumină și raze ultraviolete, la temperaturi ridicate, foc (pînă la 317°C) și la agenți chimici. Proprietățile pot fi dirijate prin modificarea gradului de saturație cu acizi carboxilici sau utilizarea de dioli cu catene mai lungi sau mai scurte. Masa lor volumică este cuprinsă între 1,1 și 1,3 g/cm³.

Polipropilena are masa volumică mai mică, de 0,9-1,3 g/cm³, rezistențe mecanice ridicate, absorbție sub 0,1 %, rezistă la acizi baze, săruri, arde încet dar are rezistența mică la acțiunea razelor ultraviolete. Intrucît are lungimea macromoleculei mare, fapt ce-i conferă mare stabilitate chimică și rezistență la biodeteriorare, propilena se consideră ca fiind cea mai potrivită pentru fabricarea geotextilelor. Creșterea rezistenței la razele ultraviolete se obține prin adăugarea, la fabricație, a unor agenți antioxidanți (diamină, fenol).

Polimerii acrilici au masa volumică de 1,4-1,7 g/cm³, bună rezistență la îmbătrânire și agenți atmosferici, rezistențe mecanice ridicate (modul de elasticitate, alungire la rupere, rezistență la tracțiune și șoc), stabilitate dimensională bună, absorbție de umiditate sub 1,5 %, rezistență la radiații ultraviolete, arde încet la temperaturi de peste 370°C, rezistență mare la alcali, acizi, săruri.

4.3. Durabilitatea geotextilelor

Cînd se examinează evoluția în timp a proprietăților geotextilelor se deosebesc două tipuri de alterări ale caracteristicilor lor constructive :

- unele legate direct de funcțiile pe care le îndeplinesc în lucrări : obosire mecanică, o oarecare micșorare a densității suprafațice (cînd dimensionarea nu s-a condus bine), contaminarea filtrelor ;

- iar altele provocate de condițiile fizico-chimice și biologice ale mediului în care se găsesc.

Aceste două tipuri de alterări trebuie cunoscute și luate în considerație de la început întrucît condiționează durata de exploatare a lucrărilor executate cu geotextile.

Este important să se răspundă mai ales la problema durabilității geotextilelor la acțiunea condițiilor biologice și chimice. Deși geotextilele se folosesc de numai circa 20 ani, două surse de informații permit să se răspundă la această problemă.

Prima rezultă din stabilitatea chimică a polimerilor din care sînt fabricate geotextilele. Acești polimeri prezintă mare inerție chimică față de acizi, baze, săruri oxidante și solvante, nu sînt hidrosolubili și nici biodegradabili. Pînă în prezent s-a constatat doar o slabă stabilitate la acțiunea razelor ultraviolete. Dar și împotriva acestei acțiuni există remedii prin incorporarea în polimeri a unor agenți stabilizatori sau impregnînd geotextilele cu unele produse, cum este bitumul.

A doua sursă de informații rezultă din constatările făcute asupra probelor prelevate din lucrările în care geotextilele au fost introduse. Prelevări de probe de mase plastice ce au stat în pămînt peste 30 de ani au arătat că acestea nu au suferit degradări importante care să le facă inutilizabile.

4.4. Descrierea geotextilelor românești

La institutul nostru problema realizării unui geotextil avînd caracteristici asemănătoare cu cele ale BIDIMULUI s-a pus în anul 1974. Din informarea făcută la întreprinderile de nețesute, unde se produc materiale similare, a rezultat că fabricarea geotextilelor din fibre la prima utilizare este posibilă cu uti-

laje existente în industrial ușoară și că în funcție de masa lor ($300-800 \text{ g/m}^2$) constă $30-70 \text{ lei/m}^2$.

4.4.1. În scopul reducerii în cât mai mare măsură a costului întreprinderii "Munca Textilă" și ICPTT au propus, în luna martie 1974, geotextilul NETESIN (noțiune ce provine din abrevierea cuvintelor nețesut sintetic). Pentru a reduce și mai mult costul geotextilelor și a ameliora unele caracteristici constructive, în anul 1978, Institutul de cercetări textile și ICPTT au realizat geotextilul TERASIN (noțiune ce provine din abrevierea cuvintelor pământ sintetic).

Întreprinderea "Munca Textilă" din București livrează trei variante de NETESIN :

- NETESIN 350 ^{*)} fabricat din 80 % m.r.r.-uri P.N.P. și 20% fibre sintetice, ^{noi} cusute cu fir sintetic, cu legătura lăntișor (fig. 4.1). Conținutul maxim admis de fibre naturale sau chimice regenerate este de 20 % ;

- NETESIN 550, fabricat din aceleași fibre și fire ca precedentul și având același conținut maxim admis de fibre naturale sau chimice regenerate. Consolidarea acestui geotextil se face printr-o legătură specială tip lăntișor (fig. 4.2) ;

- NETESIN 550 impregnat, fabricat ca și precedentul și impregnat cu o flată de romacril L.N.1.

Consolidarea chimică este operația cea mai însemnată atunci când se urmărește să se obțină geotextile rezistente, permeabile și durabile din m.r.r.-uri textile defibrate.

Impregnarea conduce la sporirea cu 50-100 % a rezistenței geotextileșor interțesute (vezi anexa 5). Totodată, aceste geotextile sînt mai puțin sensibile la acțiunea de contaminare cu particole de pământ, comparativ cu cele interțesute.

Liantul L.N.1 este o substanță filmogenă de compuși macromoleculari obținuți prin polimerizare, ~~obținută din copolimeri~~ ^{monomeri} sub formă de dispersie din copolimeri (acrilat de etil, metacrilat de etil și metilacrilamidă) și are următoarele caracteristici : rezistență adecvată; elasticitate suficientă; capacitate suficientă de lipire la un consum redus de liant; stabilitate chimică în timp, sub acțiunea apei, a luminii și a temperaturii.

* Această cifră reprezintă masa suprafatică.

Este solubil în benzen, acetone, esteri și insolubil în medii diluate acide (cu pH-ul sub 4,6), alcaline (cu pH-ul până la 9,2) și în petrol. Cu ROMACRIL L.N.1 se poate obține un film continuu atât în punctele de intersecție a fibrelor cât și pe intervalul dintre acestea. Din verificările efectuate rezultă că L.N.1 se dilată în apă cu max. 18 % față de volumul inițial (*pria absorbție de apă*).

4.4.2. Odată cu NETESIN, în anul 1974, s-a realizat și geotextilul însămîntat NETEZON, denumire ce provine din abrevierea cuvintelor neșesut-gazon. Dintre variantele verificate în lucrările executate pe taluzuri de drumuri, căi ferate, canaluri expuse la eroziune, s-a dovedit mai potrivită alcătuirea din circa 25 % deșeuri textile sintetice și 75 % deșeuri textile organice. NETEZON fabricat numai din fibre sintetice, pe suprafețele unde din diferite motive nu se dezvoltă gazonul, fiindcă se autodistruge greu (în 5-10 ani nu se autodistruge, chiar expus la soare) împiedică dezvoltarea gazonului. NETEZON fabricat exclusiv din fibre organice, în 0,5-2 ani, în funcție de gradul de degradare al fibrelor, se autodistruge complet și nu mai poate acționa la prevenirea eroziunilor.

NETEZON este fabricat, ca și NETESIN, pe utilaje de coasere tricotare (fig. 4.3). Masa fibroasă este cardată și pliată în două straturi separate (2 și 3) pe un utilaj de cadrare. După întinderea stratului inferior (2), pe utilajul de coasere (4), se distribuie uniform, manual sau cu un dispozitiv, sămînță de gazon (4) și se derulează stratul (3). Această masă de fibre și semințe înaintează spre cîmpul de ace (5) al utilajului de coasere și este consolidată cu rețeaua de fire arătate în fig. 4.3.

Geotextilul NETESIN se produce atât de Fabrica "Munca Textilă" cât și de Fabrica de neșesute Rîmniciu Vîlcea.

4.4.3. La propunerea ICPTT Institutul de cercetări textile a realizat nouă variante de TERASIN : 200, 400, 600 și 800 permeabile, patru neșesute, patru interșesute și impregnate și TERASIN 500 impermeabil, din min 90 % fibre sintetice (polipropilenice, poliesterice și polinitrilacrilice) avînd diametrul de 20-30 microni, orientate la întîmplare și max 10 % fibre naturale rezultate din defibrarea m.r.r.-urilor textile sintetice. Se poate produce TERASIN cu masa de 1.100 și respectiv 1.500 g/m².

Fabricarea TERASINULUI se face pe utilaje de interțesere și cuprinde următoarele operații : tăierea, destrămarea, amestecarea (distribuirea uniformă a fiecărui component ; în cursul acestei operații se face o tratare cu 1,5-2 % soluție de anti-statizare pentru a evita formarea de încărcare electrică), cardarea masei fibroase, plierea, preinterțeserea, interțeserea, consolidarea chimică prin impregnare cu romacril, presarea între valțuri și rularea..

Consolidarea prin impregnare (totală) a TERASINULUI se face cu o flotă de 10-12% ROMACRIL L.N.1, L.N.2 sau ERC. După eliminarea excesului de flotă materialul se supune la o operație de uscare la 120°C. ~~Conținutul de substanță de impregnare este de 20-25% raportată la masa fibroasă.~~

Geotextilele fabricate din m.r.r.-uri textile defibrate au în alcătuirea lor 5-20 % fibre naturale, procent care treptat a trebuit admis. Este dificil și în general imposibil să se separe în totalitate, complet, deșeurile textile sintetice de cele naturale sau chimice regenerate care sînt, în timp, hidrosolubile, supuse la biodeteriorare. Rezistența NETESINULUI, datorată, în cea mai mare măsură, fibrelor sintetice de coasere, este puțin influențată de faptul că un procent redus de fibre (sub 20 %) se degradează. În cazul TERASINULUI, probabil, acesta influențează ceva mai mult.

Totodată, natura sintetică sau naturală a fibrelor influențează proprietățile hidrice ale geotextilelor. Fibrele sintetice sînt puțin hidrofile și mai apropiate de materialele hidrofobe ; ele nu leagă pe suprafața lor pelicule de apă și nici particole de pămînt, cum se întîmplă cu fibrele naturale. În cazul fibrelor naturale peliculele de apă și particolele de pămînt legate reduc sau opturează interspațiile dintre fibre, ceea ce diminuează permeabilitatea geotextilelor.

Din verificările de laborator și din cele efectuate în situ pe drenurile executate s-a constatat că fibrele naturale din geotextile, în procent mai mic de 10 %, nu au însămințat practic din punct de vedere al micșorării debitului de apă filtrată. Un procent mai mare poate duce la contaminarea filtrului geotextil, cu particole fine de pămînt, atunci cînd filtrarea apei are loc

laminar și nu turbulent. Geotextilul TERASIN se produce curent de către Fabrica de nețesute Rîmniciu Vîlcea.

4.4.4. Geotextilul TERAZON se deosebește de NETEZON numai prin faptul că la consolidarea celor două straturi fibroase în care sînt distribuite semințele de gazon s-a aplicat metoda prin interțesute cu un număr mic de ace. Are rezistență la întindere mai mică decît NETEZON (dar nu este necesar ca aceste materiale să fie rezistente), este mai înfoliat, fapt ce înlesnește ca pe taluzuri stratul de pămînt de pe suprafața sa să se mențină mai bine. Totodată este mai ieftin.

Nu s-a reușit încă să se stabilească o fabrică textilă care să producă NETEZON sau TERAZON.

4.4.5. În anul 1979, plecînd de la unele dificultăți pe care le ridică fabricarea textilelor însămînțate (lipsa de ace, ce se aduc din import, nefinalizarea dispozitivului de distribuție a semințelor, conceput totuși și parțial executat în două variante) și de la faptul că potrivit soluțiilor constructive elaborate este necesar ca deasupra geotextilelor însămînțate să se aplice un strat de 2-3 cm sol vegetal sau pămînt fertilizat, în scopul ieftinirii soluțiilor inițiale și pentru simplificarea execuției s-a pus la punct o nouă soluție constructivă de protecție a taluzurilor cu un TIFON și semințe de graminee perene.

TIFONUL este fabricat cu fire de 60 % polipropilenă și 40 % celofibră. Are masa de 40-50 g/m² și se produce în mod curent de către Întreprinderea "Munca Textilă". În vederea utilizării lui pentru protecția taluzurilor i s-a spus desimea, folosind la fabricație fire mai subțiri, care se intenționează a fi din 80 % m.r.r.-uri defibrate organice și 20 % sintetice.

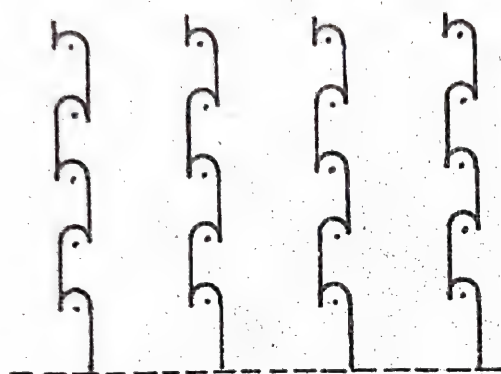


Fig. 4.1- Schema de consolidare a
NETESINULUI 350 și a NETEZONULUI

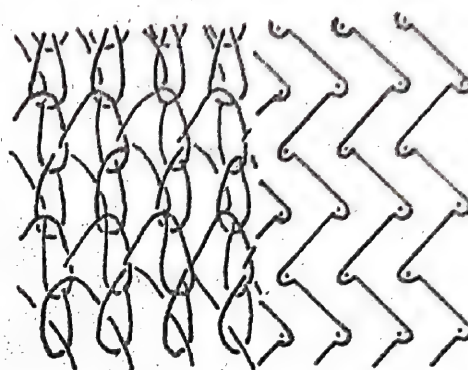


Fig. 4.2- Schema de consolidare
a NETESINULUI 550

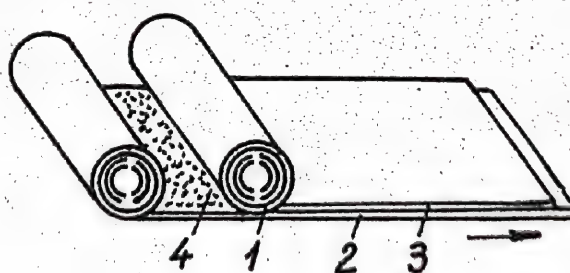


Fig. 4.3- Schema de fabricare a geotextilului
NETEZON

VALORILE ORIENTATIVE ALE PRINCIPALELOR CARACTERISTICI CONSTRUCTIVE
ALE GEOTEXTILELOR, CONSUMUL DE ENERGIE CONVENTIONALĂ SI PRETURILILE

| Denumirea și masa geotexti- lului | Rezisten- ța la în- tindere daN/5 cm | Alungirea % | Intind. rad. (rupere) | Rezist. la deși- rare daN | Rezist. la în- prinde- re de, probelo cm, cleme grob | Alung. la prin- dere % | Rezișt. la stră- pung. cm | Coef. de perme- abil. cm/s | Diam. de fil- trare cm | Cons. de energ.mp kgcc mp | L | | Tr | | | | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----|----|-----|---------------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | | L | Tr | L | Tr | | | |
| N 350 | 5 | 2 | 20 | 15 | 3 | 72 | 1 | 2 | 6 | 3 | 30 | 2 | 4 | $3,6.10^{-2}$ | 0,160 | 0,510 | 10,50 |
| N 550 | 50 | 25 | 30 | 50 | 12 | 40 | 5 | 5 | 55 | 40 | 50 | 45 | 2,5 | $3,6.10^{-2}$ | 0,120 | 0,818 | 25 |
| N _i 550 | 65 | 40 | 40 | 50 | 13 | 43 | 7 | 7 | 65 | 80 | 60 | 65 | 1,5 | $3,6.10^{-2}$ | 0,200 | 0,980 | 31 |
| T _i 200 | 5 | 4 | 25 | 43 | 6 | 60 | 9 | 11 | 7 | 5 | 30 | 35 | 4,9 | 9.10^{-2} | 0,190 | 0,238 | 7 |
| T _i 400 | 25 | 29 | 35 | 60 | 9 | 62 | 16 | 19 | 40 | 50 | 35 | 40 | 1,9 | 9.10^{-2} | 0,110 | 0,474 | 12,50 |
| T _{ni} 400 | 9 | 15 | 40 | 60 | 3 | 84 | 5 | 4 | 10 | 75 | 50 | 60 | 3,8 | $1,7.10^{-1}$ | 0,100 | 0,355 | 9 |
| T _i 600 | 27 | 79 | 55 | 65 | 11 | 55 | 21 | 24 | 45 | 50 | 60 | 70 | 0 | 9.10^{-2} | 0,075 | 0,636 | 18,50 |
| T _{ni} 600 | 17 | 38 | 60 | 60 | 6 | 82 | 8 | 6 | 25 | 35 | 60 | 70 | 0 | $1,7.10^{-1}$ | 0,090 | 0,490 | 14,60 |
| T _i 800 | 55 | 83 | 70 | 70 | 23 | 55 | 23 | 57 | 70 | 70 | 65 | 70 | 0 | 9.10^{-2} | 0,045 | 0,958 | 23,55 |
| T _{ni} 800 | 23 | 48 | 80 | 60 | 12 | 95 | 10 | 7 | 30 | 40 | 80 | 85 | 0 | $1,7.10^{-1}$ | 0,075 | 0,725 | 21 |
| TIFON | 3 | 4 | 40 | 35 | | | | | | | | | | | 0,075 | 4,75 | |

N_i -NETESIN împregnăt
T_{n, i} -TERASIN neîmpregnăt
T_i -TERASIN împregnăt
N -NETESIN

ANEXA 6

INCERCARI DE LABORATOR PENTRU STABILIREA CARACTERISTICILOR CONSTRUCTIVE ALE GEOTEXTILELOR

În această anexă se vor prezenta metodele de determinare în laborator a principalelor caracteristici constructive ale geotextilelor care nu sînt încă incluse în STAS-uri.

6.1. Metode pentru stabilirea caracteristicilor hidrice

6.1.1. Determinarea coeficientului de permeabilitate perpendicular pe planul geotextilului se face cu edopermeametrul din fig. 6.1.a. Acest aparat prezintă avantajul esențial al autodescărcării apei care circulă prin el. Aerul oclus conținut în rețeaua de alimentare cu apă și cel din porii geotextilului se degajează în timpul filtrației prin acest material, pătrunde în tuburile piezometrice și alterează rezultatele determinărilor de permeabilitate. Eliminarea aerului oclus s-a făcut prin adoptarea schemei din fig. 6.2.a, în care apa de la robinet trece, mai întâi, printr-o trompă de vid unde aerul are o destindere ce provoacă degajarea aerului sub formă de bule, ce sînt eliminate în rezervorul de nivel constant. În același timp, legătura laterală a trompei de vid cu cantitatea superioară a aparatului asigură evacuarea aerului ce se ridică deasupra pistonului. După eliminarea bulelor de aer, măsurători repetate de permeabilitate conduc la aceleași rezultate.

Discurile de geotextil avînd diametrul de 7 cm (tăiate la o presă, cu o preducea ascuțită), saturate cu apă, într-un excicator cu vid și așezate în pachet cu grosimea de 1,5-2 cm, constituie o probă ce se introduce în aparat. Se evacuează aerul oclus făcînd să circule apa pînă la stabilirea unui regim constant de curgere ce corespunde situației în care nivelul apei în cele două piezometre (fig. 6.2.a) rămîne neschimbat. La început proba este încărcată cu presiunea dată de piston (1962 Pa respectiv 0,020 daN/cm²) cînd acul microcomparatorului se poartivește la zero. Se aplică în continuare treptele succesive

A₆

de presiune (de exemplu din 0,1 în 0,1 MPa până la 1 MPa) punând încărcări pe platanul pîrghiei edopermeametrului. După aplicarea fiecărei trepte se citește :

- deformația la microcomparator pentru stabilirea grosimii a a probei ;
- pierderea de sarcină Δh prin diferența citirilor la cele două tuburi piezometrice ;
- timpul t în care prin secțiunea A trece cantitatea de 1000 cm³ apă.

Coeficientul de permeabilitate se stabilește cu relația :

$$k_t = \frac{1000 a}{A \cdot \Delta h \cdot t} \quad (6,1)$$

6.2.2. Determinarea coeficientului de permeabilitate în planul geotextilului se face cu același edopermeamtru, căruia i se aduc următoarele modificări :

- reducțiile de intrare și evacuare a apei din paharul edopermeametrului se montează în ^{placa de fund a} paharului, iar orificiile rămase în pahar se opturează. În acest fel apa circulă în planul geotextilului (fig. 6.2.b) ;

- plăcile cu găuri nu mai sînt necesare întrucît apa intră și iese prin capacul de fund (în plan vertical apa nu poate circula) ;

- pistonul nu mai are găuri și este perfect etanș (dată garniturilor) pe cămașa interioară a paharului.

Coeficientul de permeabilitate în planul probei se stabilește cu aceeași relație (6.1) în care grosimea probei se măsoară în planul acesteia (este o valoare b) iar secțiunea de infiltrare a apei perpendicular pe planul probei.

6.2. Metode pentru stabilirea caracteristicilor mecanice

6.2.1. Inercarea canalului se efectuează după schema prezentată în figura 5 măsurîndu-se presiunea la care are loc cedarea geotextilului. Aparatul pentru această încercare nu a fost conceput și realizat încă la noi în țară.

6.2.2. Inercarea de întindere radială se face după schema din figura 6.3 folosind aparatul pentru încercarea C.B.R. Pe baza acestei încercări (fig. 6.3) se stabilesc rezistența la întindere radială T_1 (cu care se poate verifica rezistența geotextilelor I în cazul golurilor circulare și alungirea maximă ϵ folosind relațiile :

$$T_1 = \frac{1}{2\pi R_1} \frac{1}{\sin \alpha} P \quad (6.2)$$

$$\epsilon = \frac{3}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{I}{L_0} \right)^2} - 1 \quad (6.3)$$

6.2.3. Inercarea de prindere (grab test) modelează cazul întinderii unui geotextil între două pietre și se efectuează cu aparatul cu care se determină rezistența la întindere a geotextilului (STAS 11.014 "Materiale textile. Determinarea rezistenței"). Lățimea eprubetei ce se supune la întindere este de 100 mm iar lățimea de prindere este de 25 mm (fig. 6.4).

6.2.4. Inercarea de penetrare se poate efectua cu conul desenat în figura 6.5. Rezistența la penetrare se apreciază prin mărimea găurii produse prin căderea liberă a conului de la 500 mm înălțime pe geotextil și este cu atât mai mare cu cât diametrul găurii este mai mic.

A6

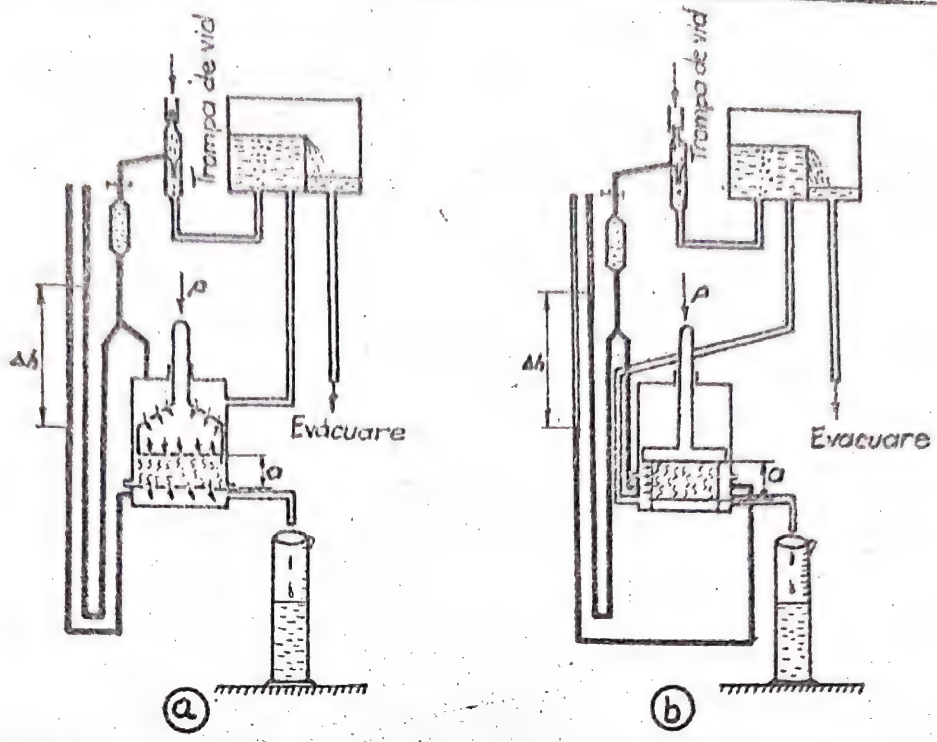
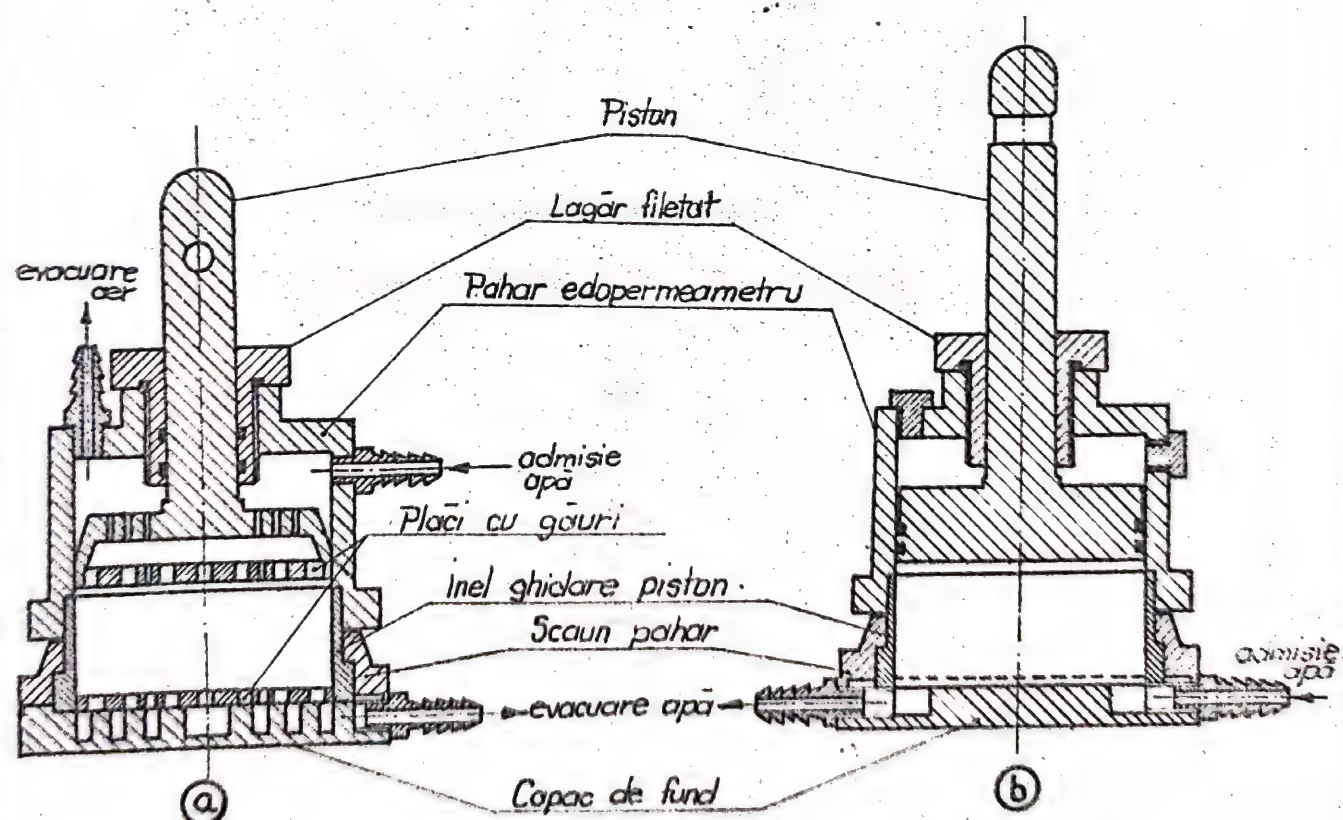


Fig. 6.2- Schema de funcționare a edopermeametrului



➤ Garnituri de cauciuc

Fig. 6.1-Edopermeametrul

- a-pentru măsurarea permeabilității transversale (perpendiculară pe planul geotextilului)
- b-pentru măsurarea permeabilității în planul geotextilului

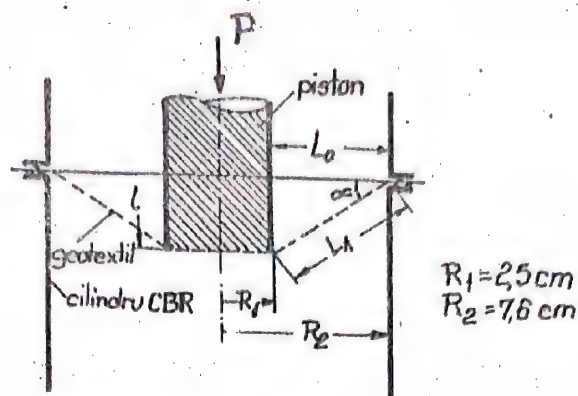


Fig. 6.3- Schema încărcării pentru stabilirea rezistenței la întindere radială

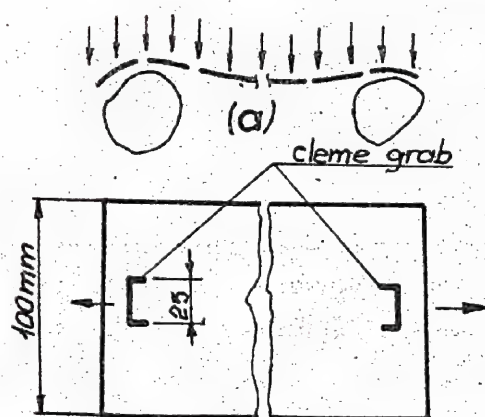


Fig. 6.4- Încercarea de prindere

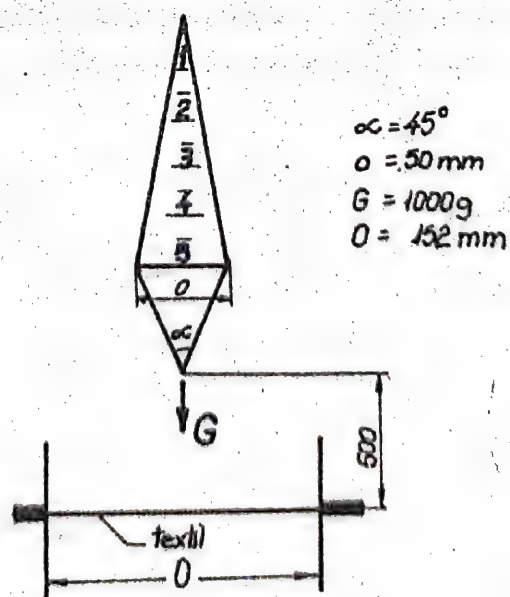


Fig. 6.5- Încercarea de penetrare

ANEXA 7

EXEMPLE DE DIMENSIONARE A LUCRARILOR
CU GEOTEXTILE

7.1. Proiectarea unui dren de asanare

Se pune problema să se proiecteze drenul din fig. 7.1 cu adâncimea de 6 m, alcătuit dintr-un prefabricat drenant confecționat din NETESIN 350 și pietriș, care are coeficientul de filtrație în planul său de $1,2 \cdot 10^{-1} \text{ cm/s}$.

Presiunea pământului este nulă la partea superioară a drenului și are valoarea de $0,30 \text{ MPa}$ la adâncimea de 6 m. În tabelul 7.1 col.3 s-au înscris coeficienții de permeabilitate transversală ai filtrului de NETESIN 350, ce corespund presiunilor din col.2 stabiliți cu ajutorul figurii 7.4_{b1}. Din figura 7.4_{a1} s-au stabilit grosimile NETESINULUI 350 la adâncimile respective, valori înscrise în col.4. Aplicând relația 3 s-au determinat permitivitățile din col.5 la adâncimile menționate. Valorile permitivităților din coloana 5 se pot stabili și cu ajutorul curbelor din fig. 7.4_c 1.2.

Tabelul 7.1

Exemplu de calcul a debitului ce se poate infiltra
printr-un geotextil, pe metru linear dren

| Adânci- mea m | Presi- nea MPa | k_t cm/s | a cm | P s ⁻¹ | P cm col.apă | h cm | Q l/s/m |
|-----------------------------------------|----------------------|---------------------|---------|----------------------|--------------------|---------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | 0,000 | $0,6 \cdot 10^{-1}$ | 0,150 | $4,0 \cdot 10^{-1}$ | 20 | 0,020 | 0,120 |
| 1,5 | 0,075 | $1,4 \cdot 10^{-2}$ | 0,130 | $10,7 \cdot 10^{-2}$ | 22 | 0,022 | 0,071 |
| 3 | 0,150 | $0,9 \cdot 10^{-3}$ | 0,110 | $8,2 \cdot 10^{-3}$ | 23 | 0,023 | 0,006 |
| 4,5 | 0,225 | $0,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,095 | $8,3 \cdot 10^{-3}$ | 25 | 0,025 | 0,006 |
| 6 | 0,300 | $0,7 \cdot 10^{-3}$ | 0,085 | $8,2 \cdot 10^{-3}$ | 27 | 0,028 | 0,007 |
| Valoarea debitului ce se poate infiltra | | | | | | | 0,210 |

Debitele de apă din col.8, ce pot trece prin filtrul geotextil, considerând că apa se infiltrează prin ambele suprafețe ale prefabricatului drenant, pe metru linear de dren și 75 cm de o parte și alta a punctelor pentru care s-au efectuat calculele

(punctele din col.1), se stabilesc cu relația 4 de mai sus scrisă astfel :

$$Q = 2 A P \Delta h$$

În relația 5, cu care se calculează Δh , $\Delta z = 0$, Δp se stabilește experimental cu adopermeametrul pentru NETESIN 350 iar valorile lui sînt cele date în coloana 6.

Pentru ca drenul să nu fie supradimensionat (adică grosimea lui să nu fie prea mare) și, totodată, evacuarea apei să fie rapidă (neșicanată) este necesar ca valoarea totală a debitului ce se poate infiltra (0,210 l/s/m, col.8) să fie aproape egală dar puțin mai mică decît debitul de apă ce se poate fi condus de prefabricatul drenant sau alt corp drenant.

Debitul ce poate fi condus de prefabricatul drenant se stabilește cu relațiile 5 și 6.

$$T = k_p \cdot a = 1,2 \times 10 \times 0,6 = 7,2 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$L = 6 \text{ m} ;$$

$$b = \text{lățimea drenului este de } 1 \text{ m} ;$$

$$\Delta z = 6 \text{ m} ;$$

p = stabilit experimental, cu medie pentru presiunile din col.2 are valoare de 80 cm coloană apă pe 5 cm probă.

$$h = 600 + \frac{80 \cdot \frac{600}{5}}{1 \times 981} = 609,7 \text{ cm}$$

$$Q = 7,2 \times \frac{609,7}{600} \times 100 = 730 \text{ cm}^3/\text{s/m} =$$

$$= 0,730 \text{ l/s/m}$$

Această valoare este de 3,5 ori mai mare decît debitul ce se poate infiltra. Dacă se introduce în calcul un coeficient de siguranță de 10, recomandat pentru proiectarea lucrărilor de drenarea pămînturilor, grosimea prefabricatului drenant ar trebui să fie de :

$$0,6 \times \frac{0,210}{10 \times 0,730} = 1,7 \text{ cm}$$

47

Considerînd că se proiectează un dren cu corp drenant de pietris, cu lăţimea de 30 cm (fig. 7.2) şi coeficientul de filtraţie 2.10^{-1} cm/s, debitul de apă ce poate fi condus şi evacuat de acest corp drenant va fi de :

$$T = 2 \times 10 \times 30 = 600 \text{ cm}^2/\text{s}$$

Ap se ia ca în cazul precedent de circa 80 cm coloană apă pe 5 cm probă.

$$Q = 600 \times \frac{609.7}{600} \times 100 = 60.900 \text{ cm}^3/\text{s/m} = \\ = 60,9 \text{ l/s/m}$$

Acest ultim debit, împărţit la coeficientul de siguranţă, este mult mai mare ca debitul de apă ce poate intra în corpul drenant. Este posibil să se proiecteze un dren ieftin, cu corp drenant de balast, care să aibă permeabilitatea de cel puţin 7.10^{-1} cm/s, cînd :

$$T = 7 \times \frac{1}{10} \times 30 = 21 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$Q = 15 \times \frac{609.7}{600} \times 100 = 2140 \text{ cm}^3/\text{s/m} = 2,140 \text{ l/s/m}$$

Luînd în calcul şi coeficientul de siguranţă de 10 rezultă că debitul ce poate fi condus de corpul drenant, 0,214 l/s/m, este ceva mai mare decît debitul de apă ce se poate intra în dren prin filtrul geotextil, adică este îndeplinită condiţia enunţată mai sus.

7.2. Proiectarea unui dren orizontal

În acest caz se propune problema să se proiecteze drenul de sub rambleul din figura 7.3. Pămîntul cu care se construieşte acest rambleu este o argilă saturată cu consistenţă redusă. Pe măsură ce se execută rambleul, presiunea la o anumită adîncime creşte, apa este expulzată avînd loc fenomenul de consolidare,

iar drenul orizontal va colecta și evacua apa.

Presupunând că se va executa un rambleu cu lățimea B de 25 m, în 20 zile ($t = 1.728.000$ s), cu o argilă ce are coeficientul de filtrație k de 10^{-8} cm/s și coeficientul de consolidare c_v de 10^{-6} cm/s, aplicând relația 13, rezultă următoarea transmisivitate necesară a geotextilului :

$$T = \frac{2500^2}{10^8 \cdot \frac{1.728 \cdot 10^6}{10^6}} = 0,047 \text{ cm/s}^2 =$$

$$= 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s}^2$$

Această transmisivitate se poate obține fie cu NETESIN 550 dacă presiunea pământului este mai mică de 0,15 MPa (presiune echivalentă cu o înălțime de rambleu de 9 m, avînd masă volumică aparentă de $1,800 \text{ kg/m}^3$), fie cu TERASIN 600, dacă presiunea pământului este mai mică de 0,32 MPa (presiunea echivalentă cu o înălțime de rambleu de 20 m).

7.3. Verificarea filtrului pentru drenuri

Problema ce se pune este verificarea unor drenuri înguste cu adîncimea de 2 m și a unor drenuri cu lățimea de 2 m și adîncimea de 6 m (fig. 7.1 și 7.2) ce se vor executa într-un pământ argilos (curba 1, fig. 7.5) și în unul prăfos (curba 2, fig. 7.5), fiecare avînd consistență redusă. Filtrul se va executa din NETESIN 350 iar corpul drenant din pietriș.

7.3.1. Verificarea la criteriul de reținere. În cazul pământului argilos (1) și a drenului cu adîncimea de 2 m, presiunea este mică iar raportul D_{95}/d_{50} se calculează numai pentru această situație (la presiunea de 1962 Pa). Din figura 7.5 pentru NETESIN 350 și pământul 1 :

$$\frac{D_{95}}{d_{50}} = \frac{0,20}{0,0035} = 5,70$$

$$U = \frac{d_{30}}{d_{10}} = \frac{0,006}{0,00097} = 6,2$$

$$10 \times \frac{18}{U} = 29,3 \times \frac{D_{95}}{d_{50}} = 5,70$$

Prin urmare, în cazul acestui dren NETESIN 350 poate îndeplini rolul de filtru.

Dacă drenul are adâncimea de 6 m și se consideră că se verifică condiția de filtru pentru ultimul metru de dren, unde presiunea pământului este de 0,30 MPa, trebuie stabilit D'_{95} (cu relația 10) la această presiune. Din figura 7.4/a₁ se găsește grosimea $s' = 0,85$ mm iar din fig. 7.5 $d_{95} = 0,20$. Grosimea inițială s este de 1,60 mm iar diametrul fibrelor este de 25 microni. Prin urmare, potrivit relației 10 :

$$D'_{95} + 0,025 = \frac{0,20 + 0,025}{1,37} = 0,164$$

$$D'_{95} = 0,164 - 0,025 = 0,139 \text{ mm}$$

$$\frac{D'_{95}}{d_{90}} = \frac{0,139}{0,0035} = 3,97 < 29$$

În acest caz condiția de filtru este îndeplinită mai bine întrucât mărimea golurilor NETESINULUI s-a redus.

În cazul pământului prăfos (2, fig. 7.5), pentru drenul cu adâncimea de 2 m :

$$\frac{D_{95}}{d_{50}} = \frac{0,20}{0,27} = 0,74$$

$$U = \frac{0,50}{0,018} = 27$$

$$\frac{18}{U} = \frac{18}{27} = 0,67 < 0,74$$

Pentru drenul cu adâncimea de 6 m :

D'

A₇

$$\frac{D'_{95}}{d_{50}} = \frac{0,139}{0,27} = 0,515 < \frac{18}{U} = 0,67$$

NETESIN 350 îndeplinește condiția de filtru și în cazul când drenurile se execută în pământ nisipos.

7.3.2. Verificarea la criteriul de permeabilitate. Pământul (1) este o argilă cu coeficient de filtrație de 10^{-7} - 10^{-8} cm/s, mult mai mic decât permeabilitatea transversală a NETESINULUI 350 la presiunile de 1962 Pa și 0,30 MPa care are valori de $3,4 \cdot 10^{-1}$ cm/s și respectiv $8,1 \cdot 10^{-3}$ cm/s (vezi fig. 7.4 b₁).

Pământul (2) este un praf nisipos cu coeficient de filtrație de 10^{-4} - 10^{-3} cm/s mai mic ca permeabilitatea NETESINULUI 350 la presiunile de 1962 Pa și 0,30 MPa, menționate mai sus și împărțite la 10.

7.4. Verificarea filtrului pentru o apărare de mal

Se pune problema să se verifice posibilitatea de a se utiliza NETESINUL 550 ca filtru într-o apărare de mal, în locul fascinelor, deasupra unui praf (pământul 3, fig. 7.5). Înălțimea apei deasupra apărării este de 18 m (fig 7.5).

7.4.1. Verificarea la criteriul de reținere. La suprafața apei, din fig. 7.5 pentru NETESIN 550 și pământ 3 :

$$\frac{D_{95}}{d_{50}} = \frac{0,24}{0,02} = 12$$

$$U = \frac{0,023}{0,0032} = 7,2$$

$$\frac{18}{U} = 2,5 < 12$$

Condiția de reținere nefiind îndeplinită, se verifică posibilitatea folosirii unui filtru mai dens, cum sînt NETESIN 550 impregnat sau TERASIN 600 impregnat (fig. 7.5). În acest caz,

A7

la suprafața apei :

$$\frac{D_{95}}{d_{50}} = \frac{0,05}{0,02} = 2,5 = \frac{18}{U} = 2,5$$

La adâncimea de 18 m presiunea apei este de :

$$\frac{180 \times 9,81}{0,01} = 176.580 \text{ Pa} = 0,177 \text{ MPa}$$

Din figura 7.4 a2 - a = 2,7 mm, iar la presiunea de 0,177 MPa s' = 1,55 mm. Din figura 7.5 pentru TERASIN 600 și pământul 3, D₉₅ = 0,05 iar :

$$D'_{95} + 0,025 = \frac{0,05 + 0,025}{1,32} = 0,057$$

$$D'_{95} = 0,057 - 0,025 = 0,032 \text{ mm}$$

$$\frac{D'_{95}}{d_{50}} = \frac{0,032}{0,02} = 1,6 < 2,57$$

În acest caz, când se prevede folosirea NETESINULUI 550 impregnat sau a TERASINULUI 600 impregnat este îndeplinit criteriul de reținere.

Din toate exemplele analizate se constată că la adâncimi mai mari, cu cât presiunea crește, criteriul de reținere este mai bine îndeplinit.

7.4.2. Verificarea la criteriul de permeabilitate

Pământul (3) este praf cu coeficient de filtrație de $10^{-3} - 10^{-4}$ cm/s, mai mic decât permeabilitatea NETESINULUI 550 impregnat sau a TERASINULUI 600 impregnat, împărțite la zece : circa 10^{-1} cm/s; 10, la presiunea de 1962 Pa și respectiv $9 \cdot 10^{-3}$ cm/s; 10, la presiunea de 0,177 MPa (vezi și fig. 7.4 b₂).

7.5. Verificarea rezistenței unui geotextil pe baza încercării canalului. Printr-o încercare a canalului efectuată pe un geotextil s-a stabilit că presiunea P la care acesta cedează este de 100 kPa. Lățimea canalului este de 200 mm. Dacă lățimea unei crăpături peste care se utilizează este de 40 mm, geotextilul va rezista cât timp presiunea pământului nu este mai mare de (relația 16) :

$$P_{\max} = 100 \times \frac{0,2}{0,04} = 500 \text{ KPa}$$

Această presiune este echivalentă cu o înălțime de pământ de circa 25 m.

Se consideră acum că rezultatele din încercarea canalului pentru același geotextil, sînt :

$$P = 11 \text{ N/m și } \xi = 25 \%$$

$$f(\xi) = 0,55 \text{ (din tabelul 1)}$$

Presiunea maximă a pământului care poate fi preluată de geotextilul, stabilită din relația 15, este :

$$P_{\max} = \frac{11}{0,04 \times 0,55} = 500 \text{ kPa}$$

7.6. Verificarea rezistenței unui geotextil pe baza încercării de rupere circulară. Efectuînd încercări de rupere circulară, pentru un diametru al dispozitivului de încercare de 3,05 cm, s-a găsit că un geotextil se rupe la grosimea de 1,2 MPa. Acesta va fi folosit ca strat de separație între pământ prăfos și un anrocament, executat cu piatră brută cu diametrul mediu de 200 mm. Presiunea maximă a pământului ce poate fi preluată de geotextil fără a se rupe, se stabilește astfel :

$$b_c = \text{diametrul echivalent al golului} = 0,40 \times 200 = 80 \text{ mm}$$

$$P_{\max} = \frac{1,2 \times 0,0305}{0,080} = 0,595 \text{ MPa (din relația 16)}$$

A7

Această presiune este echivalentă cu un anrocament înalt de circa 32 m.

7.7. Verificarea rezistenței la perforare. Presupunând că presiunea maximă la nivelul patului unui drum este de 0,25 MPa iar dimensiunea maximă a granulelor de pietriș din fundația de balast de 60 mm, rezistența la străpungere a geotextilului trebuie să fie potrivit relației (18) de :

$$\tau_s = 250.000 \times 0,06^2 = 900 \text{ N}$$

Dacă înălțimea unui rambleu construit din pământ și piatră cu latura maximă de 15 cm și masa volumică de 1,95 t/m³ este de 6 m iar în calcul se ia un coeficient de siguranță de 1,5 rezistența la străpungere a geotextilului trebuie să fie mai mare de :

$$\tau_s = 1,5 \times 1,95 \times 9,81 \times 6 \times 0,15^2 = 3,8 \text{ kN}$$

7.8. Verificarea rezistenței la prindere. Problema care se pune este stabilirea rezistenței la prindere, pe care trebuie s-o aibă NETESINUL folosit într-o lucrare, supus la o presiune de 0,07 MPa iar diametrul granulelor de piatră, între care ar putea fi întins, este de 15 cm :

$$\tau_p = 0,55 \times 70.000 \times 0,15^2 = 870 \text{ N,}$$

valoare aproximativ egală cu forța de tracțiune la care se rupe o probă, de un metru lățime, de NETESIN 550 impregnat, în încercarea de prindere.

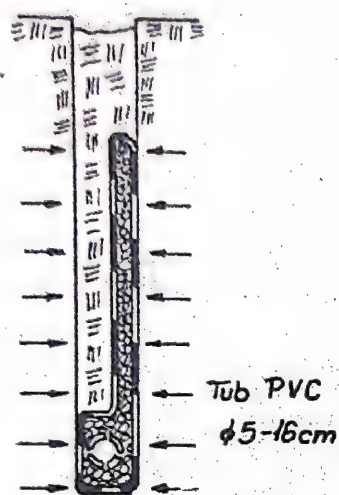


Fig. 7.1 - Dren cu prefabricat geotextil drenant

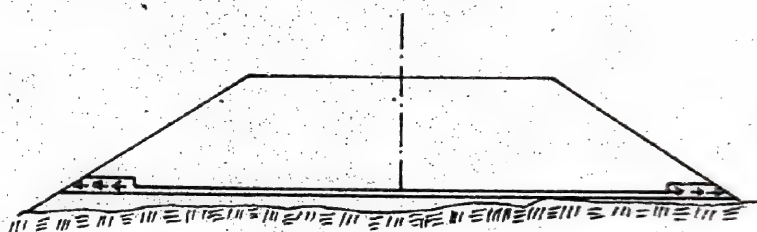


Fig. 7.3 - Dren orizontal de geotextile

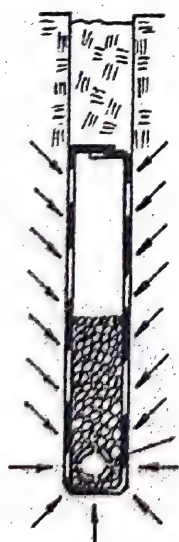


Fig. 7.2 - Dren îngust de asanare cu filtru geotextil si corp drenant de pietris

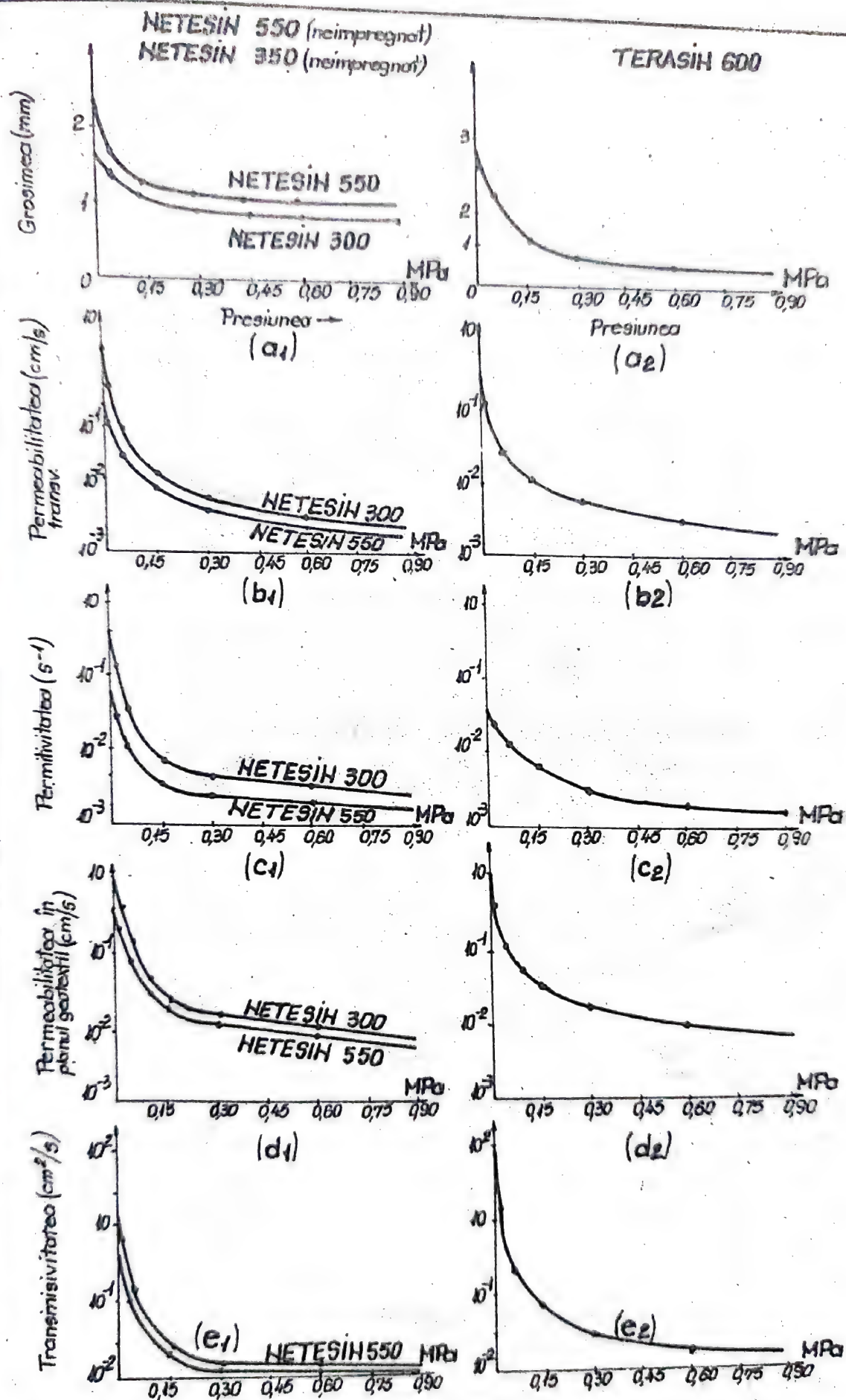
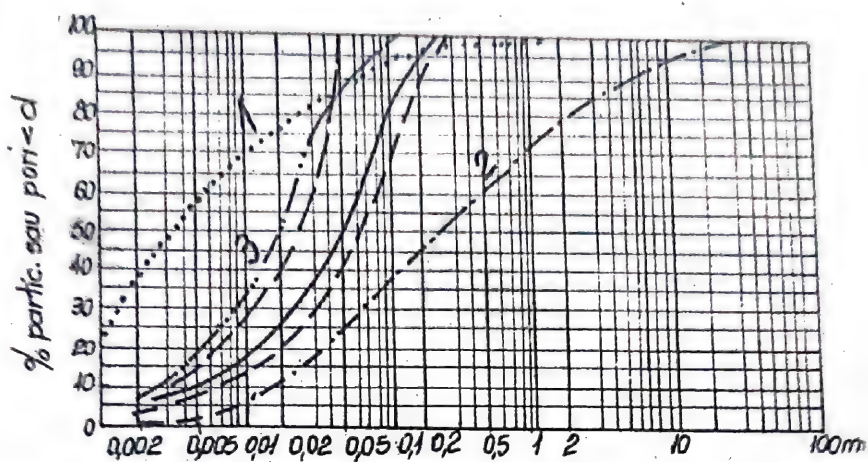


Fig. 7.4 - Permeabilități, permitivități și transmisivități tipice pentru NETESIN și TERASIH



-dimensiunea porilor și particulelor (d)

..... pământ-drenuri --- pământ taluz
 --- NETESIN 350 --- NETESIN 550
 --- Terasin 600

Fig.7.5 - Distribuția pe dimensiuni a porilor geotextilelor și curbele granulometrice ale pământurilor din exemple

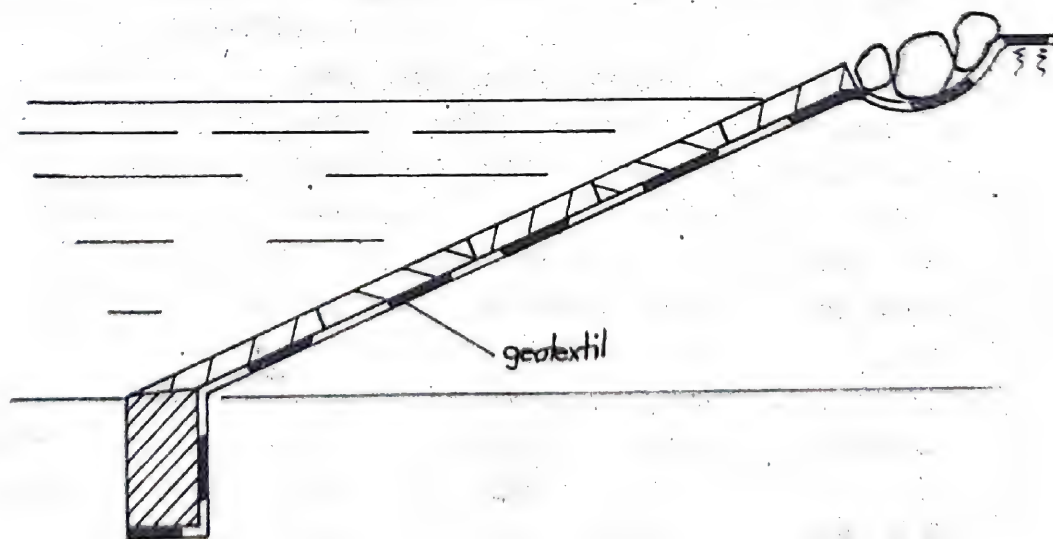


Fig.7.6 - Aparare de mal cu dale și NETESIN 550

SOLUTII CONSTRUCTIVE CU GEOTEXTILE8.1. DRENURI8.1.1. Drenuri înguste

Prescripțiile după care se face proiectarea și execuția drenurilor pentru lucrările de drumuri sînt stabilite în STAS 10.796/3-79 "Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor - drenuri de asanare" și prin "Catalogul de elemente de detaliu pentru drenuri", IPTANA, 1980. Prezentele instrucțiuni completează STAS-ul 10.796/3-79 și catalogul IPTANA-1980, cu următoarele precizări :

8.1.1.1. Lățimea drenurilor înguste de asanare, avînd adîncimea de 1-2 m, este de 0,30 m.

8.1.1.2. Corpul drenant al drenurilor înguste corespunde tipului II, pietriș ciuruit sau piatră spartă, fig. 4.a pct. 2.2.3.5 din STAS 10.796/3-79, iar ca filtru se va utiliza geotextilul TERASIN 200 sau NETESIN 350.

8.1.1.3. Procesul tehnologic de execuție a drenurilor înguste de asanare, potrivit schemei din fig. 8.1.1 cuprinde următoarele operații :

8.1.1.3.1. Executarea mecanizată a tranșeei înguste, cu utilajul de săpat, pînă la adîncimea prevăzută în proiect.

8.1.1.3.2. Așternerea filtrului geotextil avînd grijă ca fișile să fie suprapuse la margini pe 10 cm, pentru ca pămîntul să nu pătrundă în corpul drenant. Se recomandă ca la margini fișile să fie cusute mecanic, în acest caz suprapunerile lor putînd fi de numai 2-3 cm.

8.1.1.3.3. Executarea corpului drenant, pe înălțimea prevăzută în proiect, de preferință descărcînd pietrișul direct din mașină, cu ajutorul unui jgheab.

8.1.1.3.4. Invelirea cu geotextil a corpului drenant și executarea capacului de acoperire conform pct. 2.2.3.7, 3.3 și 3.4 din STAS 10.796/3-79.

8.1.1.3.5. Săpătura să se execute pe tronsoane de 4-6 m lungime, din aval spre amonte, asigurînd permanent scurgerea apelor infiltrate. Un tronson următor se va executa numai după ce precedentul a fost umplut cu corpul drenant, conform pct.

3.1.1 din STAS 10.796/3-79. La începerea execuției toate materialele vor fi aprovizionate.

8.1.1.3.6. La capătul de ieșire al drenului, pe o lungime de 5 m, se montează la bază, peste geotextil, conform fig. 3 a din STAS 10.796/3-79, un tub gofrat ce se va descărca prin capul de evacuare. La capătul amonte tubul va fi acoperit cu geotextil spre a se evita înfundarea sa cu pietriș.

8.1.1.4. Consițiile de calitate pe care trebuie să le îndeplinească materialele folosite la execuția drenului înguste sînt :

8.1.1.4.1. Se va utiliza pietriș 7-40 mm, potrivit prevederilor STAS 10.796/3-79 și catalogului IPTANA-1960.

8.1.1.4.2. Tubul grofat va fi găurit iar suprafața găurilor va fi de cel puțin $24 \text{ cm}^2/\text{m}$, potrivit prevederilor pct. 2.2.3.2 din STAS 10.796/3-79 și catalogului IPTANA-1980. Diametrul tubului va fi de 4, 8, 11 sau 15 cm în funcție de debitul de apă colectat și evacuat.

8.1.1.4.3. Geotextilul va avea caracteristicile prevăzute în anexa 5.

8.1.1.5. Pentru evacuarea drenurilor înguste se va prevedea cap de dren conform pct. 2.3.2 din STAS 10.796/3-79 și planșa nr.4 din catalogul IPTANA 1980.

8.1.1.6. Se vor prevedea tuburi de aerisire conform pct. 2.3.3 din STAS 10.796/3-79 și planșa nr.6 din catalogul IPTANA 1980.

8.1.1.7. Pentru controlul funcționării și curățirea drenurilor se vor prevedea cămine amplasate la distanța de min. 70 m, la schimbări de direcție sau la intersecția a două sau mai multe drenuri, conform pct. 2.3.1 din STAS 10.796/3-79.

8.1.1.8. În cazul în care drenul îngust de asanare are rol de dren longitudinal, sub șanțul, rigola sau acostamentul drumului, pentru a evacua și apa colectată din fundația sistemului rutier, în proiect se va prevedea racordarea fundației la dren.

8.1.1.9. Abateră locală maximă admisă, la executarea mecanizată a tranșeei, față de profilul longitudinal, rezultă din condiția de a nu se forma pante inverse față de sensul de curgere a apei. De exemplu, pentru o pantă de 5 % abaterea

locală admisă este de 5 cm/m.

8.1.1.10. Se vor avea în vedere următoarele prevederi privind protecția muncii :

8.1.1.10.1. Toate operațiile enumerate mai sus se execută fără ca muncitorii să intre în tranșea săpată a drenului, spre a se evita accidentele de muncă.

8.1.1.10.2. Este interzis a se ține săpăturile deschise, urmînd a se executa corpul drenant imediat după ce se ajunge la cota fundului drenului.

8.1.1.10.3. Pentru trecerea muncitorilor peste tranșea drenului, în scopul evitării accidentelor, se vor prevedea 2-3 punți din dulapi, la distanțe de 10-15 m între ele.

8.1.1.10.4. Se vor mai avea în vedere prevederile următoarelor articole din "Normele departamentale de protecție a muncii în transporturi auto, navale și aeriene", MTTc 1969 : art.1918-1921; 1923-1936; 1940; 1944-1949.

8.1.2. Drenuri cu lățimea de 0,60-0,80 m

Aceste drenuri sînt prevăzute în STAS 763/3-79 "Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor de asanare" și "Catalog de elemente de detaliu pentru drenuri", IPTANA, 1980.

Execuția lor se face după procesul tehnologic descris mai sus la drenuri înguste. Singura deosebire constă în aceea că au lățimea mai mare (fig. 8.1.2). Se recomandă ca aceste drenuri să fie înlocuite cu drenurile înguste care dau posibilitatea să se economisească manoperă, materiale, energie și fonduri în procent de 50-60 %.

8.1.3. Drenuri adînci

8.1.3.1. Se aduc sulurile textile lîngă tranșee, se derulează, se taie la dimensiuni, iar fișile se coboară în dren.

8.1.3.2. În cazul drenurilor adînci executate manual fișile textile se taie la dimensiuni egale cu adîncimea drenată, la care se adaugă circa 50 cm, partea ce se așează pe chiureta drenului. Pentru o jumătate din numărul fișilor se adaugă o lungime egală cu lățimea drenului în scopul de a acoperi umplutura drenată la partea superioară. Fișile se întind de jos în sus pe pereții de pămînt ai drenului, pe măsură ce se des-

fac sprijinirile. Fișile textile alăturate se suprapun pe porțiuni de 10 cm și se prind pe lungimi de 20-30 cm, distanțate la 50 cm, cu sîrmă zincată de 2 mm, sau se cos între ele. Se verifică vizual întreaga suprafață a tranșeei să fie acoperită cu textil. Umplutura drenantă se așează manual sau mecanizat și se execută din balast sau piatră spartă cu dimensiunea maximă a granelor sub 10 cm.

Înainte de executarea corpului drenant, pe fundul drenului, în locul chiumei, se poate prevedea un tub colector cu diametrul de 4-15 cm, în funcție de debitul de apă pe care urmează să-l evacueze.

Se recomandă să se folosească tub grațat găurit, cum s-a arătat la pct. 8.1.4.4.2 de mai sus.

8.2. STRATURI DE SEPARATIE

8.2.1. Strat de separație pentru drumuri pe terenuri umede

8.2.1.1. Se consideră terenuri umede acelea care corespund condițiilor hidrologice mediocre și nefavorabile, conform STAS 1709-75.

8.2.1.2. Stratul geotextil se prevede pe întreaga lățime a platformei, pînă la taluz, în cazul condițiilor hidrologice nefavorabile (varianta A) și numai pe lățimea părții carosabile, scoțîndu-se fișii cu lățimea de 1 m, la distanțe de 10-15 m în lungul drumului, pînă la taluz, în cazul condițiilor hidrologice mediocre (varianta B, fig. 8.2.1).

8.2.1.3. Inclinarea patului și a stratului geotextil spre taluz va fi de 3-4 %.

8.2.1.4. Se curăță și nivelează suprafața patului pregătită anterior.

8.2.1.5. Se aduc sulurile geotextile pe suprafața patului, se derulează în lungul drumului cu oel mult 30 m în avans, suprapunîndu-se la margini și se cos între ele. Se verifică vizual ca geotextilul să acopere întreaga suprafață a patului de pămînt.

Colțurile stratului geotextil pe timp de vînt se fixează cu bolovani sau țărui.

8.2.5.1. Agregatele minerale de descarcă din autocamioane, prin basculare, de preferință din mers, peste geotextil. Împrăștierea și nivelarea agregatelor minerale se face cu autogrederul, avînd grijă ca lama acestuia să nu acționeze direct pe suprafața geotextilă, spre a se evita ruperea. Pe geotextil se poate trece cu roți pneumatice dar nu și cu șenile. Suprafața pe care geotextilul este eventual rupt se repară cu geotextil de același tip.

8.2.1.6. Grosimea minimă de compactare a stratului de agregate granulare, sub care nu se produce perforarea geotextilului la acțiunea greutatea de deasupra se stabilește prin încercări efectuate pe șantier. Această grosime, în funcție de forma granulelor și de muchiile acestora, poate avea valori de 15-40 cm. Cînd se folosește piatră spartă cu muchii și vîrfuri ascuțite între aceasta și geotextil se interpune un strat de 5-10 cm balast, nisip sau cenuși industriale.

8.2.2. Strat de separație pentru drumuri pe pămînturi sensibile la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț

8.2.2.1. Pămînturile sensibile la îngheț-dezgheț sînt definite conform STAS 1709-75.

8.2.2.2. Stratul pentru prevenirea degradării prin îngheț-dezgheț a drumurilor este alcătuit dintr-un strat intermediar de 10 cm pietriș, între două straturi de geotextil (fig. 8.2.2). Pietrișul va avea dimensiunea minimă a granulelor mai mare de 4 mm. În aceste condiții grosimea de 10 cm este mai mare decît înălțimea capilară a apei, iar acest strat împiedică migrarea apei în zona de îngheț.

8.2.2.3. Stratul menționat la punctul precedent se prevede la o adîncime de 0,8 h de la suprafața părții carosabile (fig. 8.2.2).

8.2.2.4. Procesul tehnologic de execuție a stratului menționat la pct. 8.2.2.2 nu diferă principal de cel descris în anexa 8.2.1 de mai sus.

8.2.3. Strat de separație pentru prevenirea înmoroșirii prismei de piatră spartă la calea ferată

8.2.3.1. Materialele geotextile sînt parte componentă a substratului de repartiție din platforma căii.

8.2.3.2. Rolul lor este de a împiedica colmatarea prismei balastare a căii cu particule fine pătrunse prin "pompare" din terasament.

8.2.3.3. Materialele geotextile se aplică în zonele în care infrastructura căii este alcătuită din pămînturi care au caracteristici ce pot conduce la apariția înmoroșirii, conform tabelului 8.2.3.1.

Tabel 8.2.3.1.

| Tip de pămînt | Limita de curgere W _c % | Indicele de plasticitate I _p % | Grad de compactare | Procent de particule fine P 74 |
|--------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Argile | 30 | 20 | 90 % | 50 |
| Argile prăfoase | 30 | 20 | 90 % | 50 |
| Argile nisipoase | 30 | 20 | 88 % | 60 |
| Prafuri argiloase | 30 | 20 | 92 % | 60 |
| Nisipuri argiloase | - | - | - | 60 |

8.2.3.4. De asemenea, utilizarea geotextilelor este indicată în cazul în care materialul din substrat nu respectă regula granulometrică a filtrelor inverse, stabilită în baza normativului privind executarea straturilor de materiale drenante.

8.2.3.5. Această lucrare se execută prin anexarea la mașina de ciuruit, în spatele lanțului frontal de săpare, a unui dispozitiv (tip I sau tip II) care îndeplinește rolul de așternere a geotextilului sub stratul de piatră spartă nou ciuruit, concomitent cu operația de ciuruire.

8.2.3.6. Geotextilul, împreună cu partea din prisma veche colmatată rămasă în cale, îndeplinește funcțiile substratului de repartiție, funcții care altfel ar trebui preluate de un substrat de pietriș și nisip.

8.2.3.7. Distanța (în metri) pe care se așterne geotextilul fără oprirea mașinii de circuit este prezentată în tabelul 8.2.3.2.

Tabel 8.2.3.2.

| | Netesin 350 (1,5 mm gros) | Netesin 550 (2 mm gros) | Netesin 200 (1 mm gros) | Madril PES ¹ "D" 500 (3 mm gros) |
|----------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|
| Dispozitiv Tip I | 30 | 17 | 45 | 10 |
| Dispozitiv Tip II | 52 | 38 | 75 | 28 |

8.2.3.8. După această distanță, se oprește mașina timp de 3 minute, timp necesar pentru completarea geotextilului.

8.2.3.9. Lățimea de platformă pe care se așterne geotextilul diferă în funcție de lățimea lui. Se recomandă ca lățimea minimă de platformă acoperită cu geotextil să fie de 3,10 m iar lățimea maximă de 3,90m (fig. 8.3.2).

8.2.3.10. Suprapunerea geotextilului se va face pe cel puțin 10 cm în sens transversal (fig. 8.2.3) și pe cel puțin 50 cm în sens longitudinal.

8.2.3.11. Amenajările la mașina de ciuruit prisma de balastare necesare pentru introducerea geotextilului de dispozitivul tip I sau tip II, sînt :

- două cîrlige cu siguranță, sudate de cadrul de susținere a lanțului săpat, necesare pentru prinderea cablurilor de la primul element ;

- două apărători de cauciuc fixate pe cîte un suport, care se montează pe fiecare cadru de susținere al benzii transportoare a pietrei sparte ciuruite. Acest lucru este necesar pentru ca piatra nou ciuruită să nu fie aruncată peste dispozitiv ;

- două apărătoare laterale ce se montează de cadrul de susținere a lanțului de săpat, necesare pentru a opri pătrunderea din lateral în fața dispozitivului a materialului dintre liniile c.f.

8.2.3.12. Dispozitivul tip I este compus din două bare pe care se fixează sulurile de geotextil, a căror diametru va fi de 25 cm.

8.2.3.13. Dispozitivul tip II este compus din două cutii în care materialul geotextil este așezat în valuri, pe o lățime de 40 cm și o înălțime de 20 cm.

8.2.3.14. La executarea liniilor noi de cale ferată se va respecta grosimea stratului de repartiție, în funcție de natura pământului din terasament conform STAS 3197/2-78 "Infrastructura căii. Profiluri transversale tip". Utilizarea materialelor geotextile este deosebit de indicată în cazul în care materialul din substrat nu respectă regula granulometrică a filtrelor. În acest caz se pot folosi materiale granulate locale, iar în substrat se introduce materialul geotextil.

8.2.3.15. În cazul utilizării geotextilelor încorporate în substrat se poate întrebuița material granular local cu următoarele caracteristici :

- procent de parte fină :
P74 (conform STAS 7582-81) 30 %
- grad de neuniformitate :
D (conform STAS 7582-81) 10
- diametrul maxim al elementelor utilizate :
 $d_m \leq 60 \text{ mm}$

8.2.3.16. Procesul tehnologic de execuție în cazul liniilor noi de cale ferată este următorul :

- peste platforma de pământ compactată la gradul de compactare prescris de proiectul de execuție se așterne un strat de 8-10 cm material drenant. După compactarea materialului drenant se așterne prin derulare materialul geotextil. Se aștern întâi fișile exterioare, apoi cele centrale, astfel încât acestea să se suprapună la rosturi pe minim 15 cm.

In lungul căii, petrecerea fișilor se va face pe minimum 50 cm ;

- după așternerea materialului geotextil se poate circula în scopuri tehnologice peste acesta cu orice tip de vehicul cu pneuri (inclusiv autobasculante grele și încărcătoare-distribuitoare) cu viteze de maximum 10 km/h ;

- materialul geotextil se acoperă cu un strat de material drenant până la grosimea prescrisă a substratului. Compactarea acestor straturi se poate face cu utilajele de compactat prescrise

condiția necesară fiind ca materialul geotextil să aibă o acoperire de minimum 5 cm material drenant ;

- peste stratul de materiale drenante având încorporate material geotextil se așază piatră spartă din prisma de balastare la grosimile prevăzute în normative.

8.2.3.17. În cazul introducerii materialului geotextil la aparate de cale trebuie respectate trei condiții de bază ;

a. stratul de nisip așezat peste geotextil să fie de minimum 5 cm ;

b. stratul de piatră spartă să fie de minimum 25 cm sub talpa traversii ;

c. introducerea aparatului de cale pe amplasamentul dorit să se facă pe role prin tragere cu trolii și împingere din lateral, sau cu ajutorul instalațiilor mecanizate de introdus aparate de cale. Este interzisă riparea cu manelele.

Nerespectarea uneia din aceste condiții duce la deteriorarea materialului geotextil prin străpungerea lui de către colțurile pietrei sparte ca urmare a eforturilor ce apar din circulație, sau prin perforarea materialului cu manelele, dacă riparea se face cu aceste unelte.

8.2.3.18. Așternerea materialului geotextil pe platforma căii se face manual prin derulare, întinzându-se întâi fîșiile laterale și apoi cele centrale. Suprapunerea fîșiilor de geotextil se va face pe minimum 15 cm.

8.2.4. Strat de separație pentru terasamente înalte

8.2.4.1. În cazul executării rambleelor înalte pe terenuri mlăștinoase sau supraumezite se pun probleme similare cu cele de mai sus la drumuri pe terenuri umede.

8.2.4.2. Este necesar să se evite înfundarea rambleului în pământul cu consistență mică și supraumezirea sa prin apă ridicată ascensional. În acest din urmă scop, stratul de balast sau piatră spartă dintre cele două geotextile trebuie să aibă de două ori înălțimea capilară a apei.

8.2.4.3. Când geotextilul se întinde pe terenuri mlăștinoase este de preferat să nu se îndepărteze stratul de vegetație de la suprafață, în scopul folosirii capacității lui portante.

8.2.4.4. Se vor îndepărta pietrele mari, ciocatele și umple adânciturile spre a se obține o suprafață cât mai netedă. Geotextilele se adaptează bine la neuniformitățile terenului.

8.2.4.5. Procesul tehnologic de execuție a stratului de separație pentru terasamente înalte nu diferă de cel descris în anexa 8.2.1 de mai sus.

8.3. APĂRARE DE MALURI

8.3.1. Apărare cu geotextil și anrocament sau dale de beton

8.3.1. Această soluție constructivă (fig. 8.3.1) se aplică pe porțiunile de drumuri sau căi ferate inundabile și expuse la eroziuni de mal sau eroziuni interne.

8.3.1.2. Inclinarea taluzului se stabilește prin calcul potrivit prevederilor normativului P.D.161-64.

8.3.1.3. Mărimea blocurilor de piatră ce se așează peste geotextile se stabilește potrivit tabelului 3 din același normativ P.D.161-74.

8.3.1.4. Rezistența la întindere a geotextilului utilizat se va stabili prin calcul potrivit prevederilor din capitolul IV și anexa 7 și va fi mai mare de 0,50 M.Pa (50 daN/5 cm). Se recomandă folosirea geotextilelor TERASIN 800 sau NETESIN 550 impregnat.

8.3.1.5. Execuția se face într-o perioadă de timp uscată, în care terasamentul nu este inundat. Procesul tehnologic de execuție cuprinde următoarele operații :

- se curăță taluzul de pietre, rădăcini sau alte resturi și se profilează potrivit prevederilor proiectului ;
- se aduc fîșile de geotextil cusute între ele la dimensiuni conform prevederilor proiectului ;
- deasupra geotextilului se realizează, prin așezare îngrijită, cum prevăd articolele I_f B₄ b, I_f B₆ a-e sau I_f B₁₁ d-f apărarea din material pietros.

8.3.2. Apărare cu geotextil fixat la partea inferioară cu beton sau anrocamente și cu anrocamente

8.3.2.1. Această soluție constructivă diferă de precedenta numai prin modul de fixare la partea inferioară a geotextilului (vezi figurile 8.3.2. și 8.3.1). Condițiile ce trebuie îndeplinite

de materiale și procesul tehnologic de execuție sînt cele menționate în articolele de la 8.3.1.1 la 8.3.1.5 de mai sus.

8.3.3. Apărarea cu geotextil fixat în terasament

8.3.3.1. Se recomandă ca această soluție constructivă (fig. 8.3.3) să fie aplicată pentru repararea porțiunilor de terasamente de drumuri sau căi ferate dregradate de viituri. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească materialele sînt cele menționate în articolele 8.3.1.1 la 8.3.1.5 de mai sus.

8.3.3.2. Execuția se face într-o perioadă de timp uscată în care terasamentul nu este inundat. Procesul tehnologic de execuție cuprinde următoarele operații :

- se curăță taluzul de pietre, rădăcini sau alte resturi și se profilează potrivit prevederilor proiectului ;
- se aduc fîșiile de geotextil cusute între ele la dimensiuni conform prevederilor proiectului ;
- se întinde geotextilul pe suprafața a și se execută umplutura I ;
- se întinde apoi geotextilul executînd bucla b, după care se execută umplutura II ;
- se continuă în același fel cu execuția celorlalte bucle și a umpluturilor respective ;
- deasupra geotextilului se realizează, prin așezare îngrijită, cum prevăd articolele I_f B_{4b}, I_f B₆ a-e sau I_f B₁₁ d-f, apărarea de material pietros.

8.3.4. Apărarea cu saltea mixtă de geotextil și fascine și cu anrocament

8.3.4.1. Această soluție constructivă (fig. 8.3.4) se aplică pentru apărări de mal sub nivelul apei.

8.3.4.2. Se confecționează, pe o platformă anume amenajată sau la partea superioară a taluzului unde urmează a se realiza apărarea, saltelele mixte de geotextil și suluri de fascine, la dimensiunile prevăzute în proiect. Se recomandă ca lungimea saltelelor mixte să fie de 50-100 metri iar lățimea lor cît lățimea taluzului apărât, sub nivelul apei. Se întinde salteaua de geotextil pe platformă sau taluz, cusută la dimensiunile menționate mai sus. Deasupra geotextilului se execută un carolaj din

suluri de fascine avînd diametrul de 15 cm, confecționate din nuiele. Caroiajul va avea laturi pătrate de 0,70-1,00 m. Caroiajul de fascine se prinde de geotextil, la fiecare colț, cu afoară sintetică sau sîrmă zincată de 2,5 mm.

8.3.4.3. Lansarea la apă și lestarea saltelelor mixte se efectuează în etape, în felul următor :

- se execută caroiajul pe primii 5-10 m lățime saltea ;
- se introduce în apă partea cu caroiajul legat, împingînd manual sau trăgînd salteaua dinspre apă ;
- se lestează parțial, dinspre apă, porțiunea introdusă, așa fel încît să intre în apă porțiunea pe o adîncime de 0,5-1 m;
- se execută caroiajul pe următorii 5-10 m lățime saltea;
- se introduce, în continuare, salteaua la apă și se lestează ca mai sus ;
- după introducerea saltelei în apă pe toată lățimea ei se intră cu un plutitor (gabară) cu piatră deasupra și se execută lestarea ^{cu} întreagă cantitate de piatră prevăzută.

8.3.4.4. Nota 1. În prezent se perfecționează tehnologia de lestare sub apă a saltelelor mixte de geotextil și fascine. În redactarea a doua a acestor instrucțiuni se va prezenta o tehnologie mecanizată perfecționată de lestare a saltelelor filtrelor geotextile sub apă.

8.3.4.5. Nota 2. Atunci cînd nu există certitudinea că salteaua mixtă poate fi acoperită cu piatră, sub apă, pe toată suprafața, se recomandă ca întreaga suprafață a geotextilului să fie acoperită cu un strat continuu de suluri de fascine, fixat cu un singur rînd de suluri așezate din 70-70 cm și dispuse pe direcție perpendiculară față de stratul continuu.

8.3.4.6. Condițiile ce trebuie îndeplinite de materiale (geotextil și piatră) sînt cele menționate în articolele 8.3.1.3 și 8.3.1.4 de mai sus.

8.4. PROTECTII DE TALUZURI CU GEOTEXTILE SI GAZON

8.4.1. Aceste soluții constructive se pot aplica pe taluzuri avînd înclinarea mai mică de 2:3.

8.4.2. Protecția taluzurilor acoperite cu sol vegetal cu NETEZON sau TERAZON (fig. 8.4.1)

8.4.2.1. Pregătirea suprafeței taluzului în vederea executării protecției cu geotextil și gazon se face potrivit prevederilor din anexa 8.5.

8.4.2.2. Se efectuează extragerea, transportul și așternera pe suprafața taluzului a primului strat de sol vegetal de 5 cm grosime.

8.4.2.3. Se derulează și se întind în lungul liniei de cea mai mare pantă suluri de geotextil. Geotextilul înșămîntat se prinde de suprafața taluzului cu țărushi de lemn (cu diametrul de 2-2,5 cm și lungimea de 30-35 cm, confecționați din crengi cîte 0,66 țărushi la m^2), suprapunîndu-se fișile la margini pe 5 cm.

8.4.2.4. Se așterne al doilea strat de sol vegetal, deasupra geotextilului, în grosime de 2-4 cm. Acest strat trebuie să rămînă pe textil cel puțin 2-3 săptămîni timp în care semințele încolțesc iar gazonul începe să se dezvolte. Dacă în acest interval de timp este spălat, trebuie refăcut.

8.4.2.5. Se recomandă ca execuția înșămîntării să se facă în perioadele optime cuprinse între 15 martie-15 aprilie și 15 septembrie-30 octombrie. Cînd se lucrează în anotimp secetos se face udarea. Primele 3-4 udări se execută la intervale de 4-6 zile, iar următoarele la 15-20 zile timp de 1-2 luni, de fiecare dată cu 6-10 litri de apă pe m^2 . Operația de udare se execută mecanizat cu stropitori, dirijîndu-se direcția și intensitatea jetului de apă, așa încît să se evite spălarea pămîntului de deasupra geotextilului.

8.4.2.6. Calitatea înierbării se apreciază pe fiecare suprafață de taluz de 5000 m^2 protejată cu gazon. De la început se aleg 2-3 suprafețe de 50 x 50 cm iar odată cu răsărirea gazonului se numără și se scot firele de iarbă răsărite. Gazonul se consideră foarte bun cînd procenșul de fire răsărite este mai mare de 85 %, bun cînd procentul de fire răsărite este mai mare de 70 %, satis-

făcător când acest procent este mai mare de 40 % și nesatisfăcător când procentul de fire răsărite este sub 40 %.

8.4.2.7. În cazul în care se constată calitatea nesatisfăcătoare se va urmări modul de comportare în timp a taluzului și se va reface gazonul atunci când se constată procese de eroziune. Refacerea se execută potrivit articolelor 8.5.10-8.5.16 de mai jos.

8.4.2.8. Se recomandă ca protecția taluzurilor să înceapă de pe acostamente, pe o lățime de circa 50 cm.

8.4.3. Protecția taluzurilor executate cu pământ nefertil cu NETEZON sau TERAZON (fig. 8.4.2)

8.4.3.1. Pregătirea suprafeței taluzurilor executate din pământ nefertil, în vederea pregătirii lor cu geotextil și gazon se face potrivit prevederilor din anexa 8.5.

8.4.3.2. Se derulează și se întind în lungul liniei de cea mai mare pantă sulurile de geotextil. Geotextilul însămințat se prinde pe suprafața taluzului cu țărui de lemn (având diametrul de 2-2,5 cm și lungimea de 30-35 cm, câte 0,66 țărui la m²), suprapunându-se fișile la margini pe 5 cm.

8.4.3.3. Se așterne deasupra geotextilului un strat de 2-4 cm pământ nefertil cu îngrășămintă N.P.K. (vezi anexa 8.5).

8.4.3.4. Si în acest caz sînt valabile prevederile de la articolele 8.4.2.4-8.4.2.8 de mai sus.

8.4.4. Protecția taluzurilor cu TIFON și gazon

8.4.4.1. Se face pregătirea suprafeței taluzurilor diferit după cum acesta se acoperă sau nu cu sol vegetal (vezi anexa 8.5).

8.4.4.2. Se aruncă manual, pe suprafața pregătită a taluzului, de pe acostament, rețeta de graminee (vezi anexa 9). În cazul folosirii TIFONULUI împrăștierea rețetei de semințe și a îngrășămintului N.K.P. se pot face concomitent.

8.4.4.3. Se greblează suprafața acoperită cu semințe și îngrășămintă pînă cînd semințele sînt acoperite cu pământ și nu se mai văd pe taluz.

8.4.4.4. Se întinde TIFONUL desfășurînd sulurile de pe acostamente (circa 50 cm lățime), în lungul taluzurilor. Se prind fișile cu țărui de lemn (confecționați din crengi, avînd diametrul de 2-2,5 cm și lungimea de 30-35 cm, câte 0,66 țărui la m²), su-

prapunându-se fișile la margini pe 5 cm.

8.4.4.5. Se așterne deasupra tifonului pământ în așa fel ca golurile neacoperite cu pământ să nu fie mai mari de 0,50 m. Grosimea acestui strat de pământ nu va fi mai mare de 5 cm.

8.4.4.6. Si în acest caz sînt valabile prevederile articolelor 8.4.2.4-8.4.2.8 de mai sus.

8.4.5. Protecția taluzurilor înalte de debleu

8.4.5.1. Pe taluzurile lungi de debleu, cu înclinare de maximum 2:3, în scopul prevenirii eroziunilor, se recomandă executarea concomitentă a săpăturii și a protecției cu geotextil și pământ (fig. 8.4.3).

8.4.5.2. Se execută debleul pe porțiunea I.

8.4.5.3. Se execută pregătirea suprafețelor "a" ale taluzurilor debleului și eventual tratarea cu îngrășămintă sau amendamente dacă pământul este nevegetal, în condițiile arătate în anexa 8.5.

8.4.5.4. Se derulează și se întind pe suprafețele "a₂" fișile de geotextil se prind cu țaruși de suprafața taluzului și se acoperă stratul de pământ de 3-5 cm.

8.4.5.5. Se execută debleul pe porțiunea II.

8.4.5.6. Se execută operațiile de pregătire și fertilizare a suprafețelor "b" ale debleului.

8.4.5.7. Se execută însămînțarea cu textil a suprafețelor "b" ale debleului.

8.4.5.8. Se continuă execuția cu celelalte trepte ale debleului.

8.5. PREGATIREA SUPRAFETEI TALUZURILOR IN VEDEREA PROTEJARII CU GEOTEXTIL SI GAZON SI INTRETINEREA GAZONULUI

8.5.1. Pregătirea terenului pentru înființarea gazonului se face cu scopul de a crea un bun pat germinativ (fertil, bine aerisit, în care rădăcinile pot penetra și se pot dezvolta). Pe taluzurile rambleelor de curînd executate, la care pământul de la suprafața este afînat, această operație nu se mai efectuează.

8.5.2. Se execută o curățire a taluzului, ce urmează a fi înierbat, pe pietre, cioate, gunoale, pe adîncime de 10-15 cm.

8.5.3. Se stabilesc caracteristicile pământului din stratul de 10-15 cm grosime situat pe suprafața taluzului și anume :

- granulozitatea ;
- fertilitatea.

8.5.3.1. Granulozitatea se determină pe 2-3 probe pentru 500 m² taluz, conform STAS 3283-68.

8.5.3.2. Fertilitatea pământului se stabilește prin examinarea culorii acestuia, a conținutului de rădăcini și după miros. Se consideră că pământul este fertil atunci când culoarea este brună sau neagră, are rădăcini și un miros caracteristic prezenței acizilor humici. Dacă în urma acestor constatări nu se poate stabili că pământul este fertil se vor efectua încercări pedologice de către un laborator de specialitate. În acest scop se recoltează 2-3 probe de pământ de 1 kg fiecare pentru 500 m² taluz, din stratul de suprafață, pe o grosime de 10-15 cm.

8.5.4. În funcție de caracteristicile pământului acesta se clasifică în următoarele categorii :

A. Soluri fertile sau vegetale, care conțin peste 0,12 % azot; 0,014 P P₂O₅ și peste 0,018 % K₂O.

B. Pământuri nefertile, care conțin sub 70 % fracțiunea nisip sau sub 50 % fracțiunea argilă.

C. Pământuri nefertile care conțin peste 70 % fracțiunea nisip sau peste 50 % fracțiunea argilă.

8.5.5. În cazul în care pământul este de categoria A se adună, la marginea suprafeței ce se înierbează, un cordon cu înălțimea maximă de 50-60 cm, o parte din stratul fertil de la suprafață spre a se așterne deasupra geotextilului.

8.5.6. În cazul în care pământul este de categoria B, fertilizarea se face cu îngrășăminte sau alte amendamente în felul următor :

8.5.6.1. Cu îngrășăminte azotoase fosfatice și de potasiu în cantitate de 3-5 kg/100 m² (îngrășămint activ) pentru fiecare dintre acestea sau cu îngrășăminte complexe NPK în cantitate de 10-15 kg/100 m² (îngrășămint activ). Împrăștierea îngrășămintelor se face manual.

8.5.6.2. Pământurile acide se amendează cu var. În funcție

de valoarea pH-ului ($\leq 1-5$) se adaugă 20-50 kg var nestins (oxid de calciu) sau stins (hidroxid de calciu) pe 100 m^2 taluz.

8.5.7. In cazul pământurilor din categoria C, se poate lua una dintre următoarele măsuri :

8.5.7.1. Pământurile prea nisipoase (cu peste 70 % nisip) se pot îmbunătăți cu adaos de turbă ($1-2 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$).

8.5.7.2. Pământurile de tipul argilelor grase (cu peste 50 % fracțiune argiloasă) se pot îmbunătăți prin adaos de nisip și turbă în cantitate de $1-2 \text{ m}^3$ nisip și $1-2 \text{ m}^3$ turbă pe 100 m^2 taluz.

8.5.7.3. Pământurile acide se tratează ca la art. 8.2² mai sus.

8.5.7.4. Acoperirea cu un strat de 5 cm cu pământ vegetal.

8.5.7.5. Acoperirea cu un strat de pământ tip B de 5 cm fertilizat cu îngrășămintे.

8.5.8. Ținând seama că îngrășămintele livrate de industrie conțin 30-40 % substanță utilă rezultă că pentru 100 m^2 taluz trebuie asigurată pentru cantitatea de 30-50 kg îngrășămint (300-500 g/ m^2).

8.5.9. Soluția ce se adoptă se stabilește pe baza considerațiilor economice. După aplicarea unuia dintre procedeele de mai sus, stratul de pământ de la suprafața taluzului se afînează pe adîncime de 10-15 cm și se nivelează avînd grijă să se evite creerea de depresiuni unde ar stagna apa.

8.5.10. Gazonul de slabă calitate, ofilit, poate fi vitalizat prin împrăștierea manuală, deasupra sa, a îngrășămintelor azotoase ($1,5-2 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$) în 1-3 reprize. Prima repriză se aplică în sezonul umed ce urmează după instalarea înierbării, iar a doua după un an. A treia fertilizare cu îngrășămintे se efectuează numai pe taluzurile cu înclinare mare și însoțite. Îngrășămintele minerale împiedică dezvoltarea plantelor parazite.

8.5.11. In zonele cu precipitații anuale sub 600 mm, pe versanții cu expunere sudică, există riscul distrugerii vegetației prin uscare. Se recomandă udarea, odată la 4-5 săptămîni, cu circa 25 litri apă/ m^2 , în timpul verii.

8.5.12. Se interzice în primul an pășunatul și călcatul de către vițe a gazonului întrucît poate duce la distrugerea acestuia.

8.5.13. Pentru asigurarea humusului și a azotului, pe taluzurile sărace în substanțe organice, se recomandă ca în primul an după înierbarea să nu se cosească iarba. Se recomandă ca operația de cosire să se execute o dată la 2 ani.

8.5.14. Pe taluzurile cu plante parazite, care în afară de aspectul inestetic au efect negativ asupra înierbării, se va executa cosirea, doi ani la rînd, mai înainte ca vegetația parazită să înflorească, la începutul lunii mai. Prin acest cosit se distrug plantele parazite care, în general, sînt plante bianuale.

8.5.15. Operația de cosire nu trebuie să se facă foarte aproape de suprafața pămîntului (mai aproape de 4-5 cm), spre a nu se diminua sistemul radicular.

8.5.16. Repararea porțiunilor cu gazon necorespunzător, rar, expuse la eroziune se face prin scoaterea geotextilului așternut inițial și refacerea înierbării prin însămînțare directă, fără geotextil aplicînd rețetele din anexa 9 și acoperind semințele cu un strat de 3-5 cm pămînt.

A.8.1

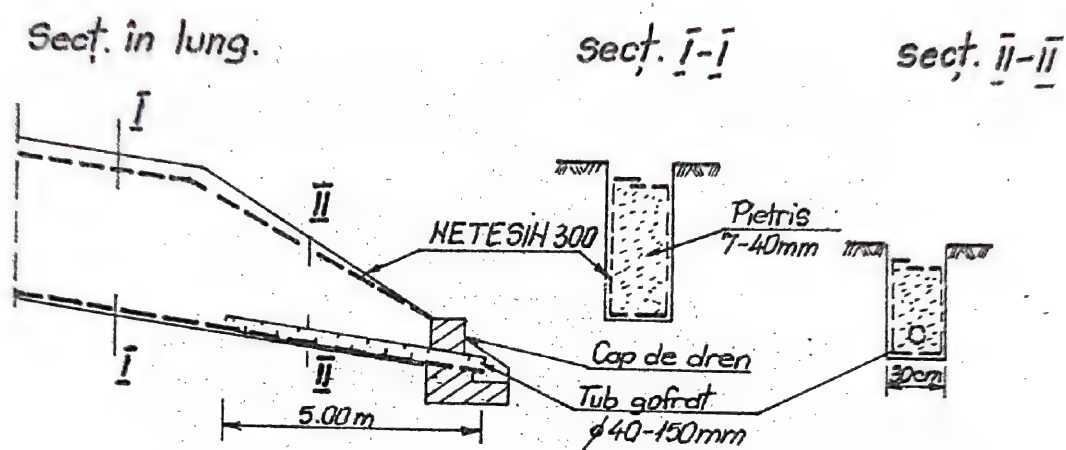


Fig. 8.1.1. - Dren îngust de asanare

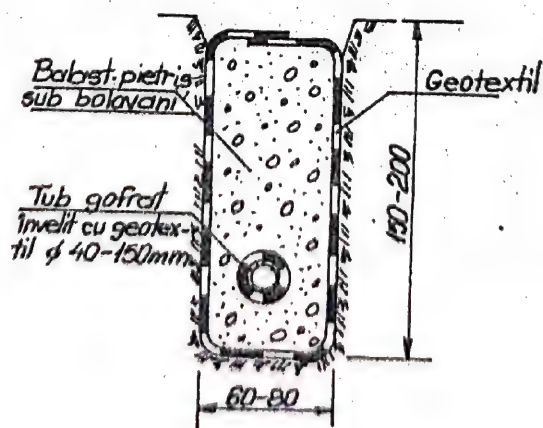


Fig. 8.1.2. - Drenuri cu lățimea de 0,60-0,80m

SECȚIUNE TRANSVERSALĂ

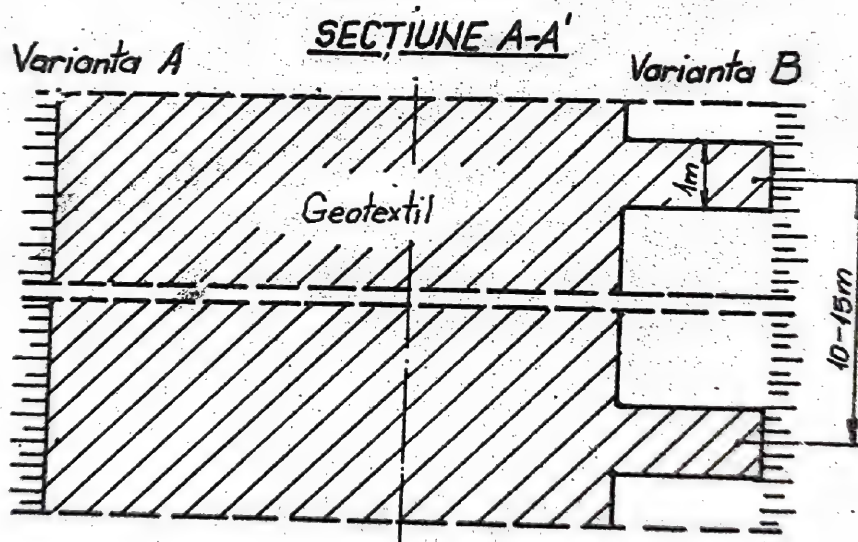
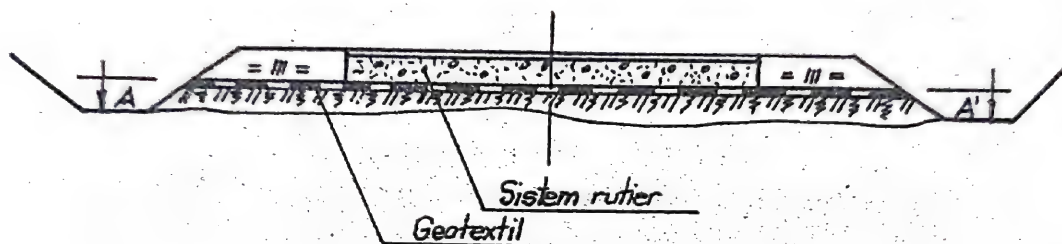
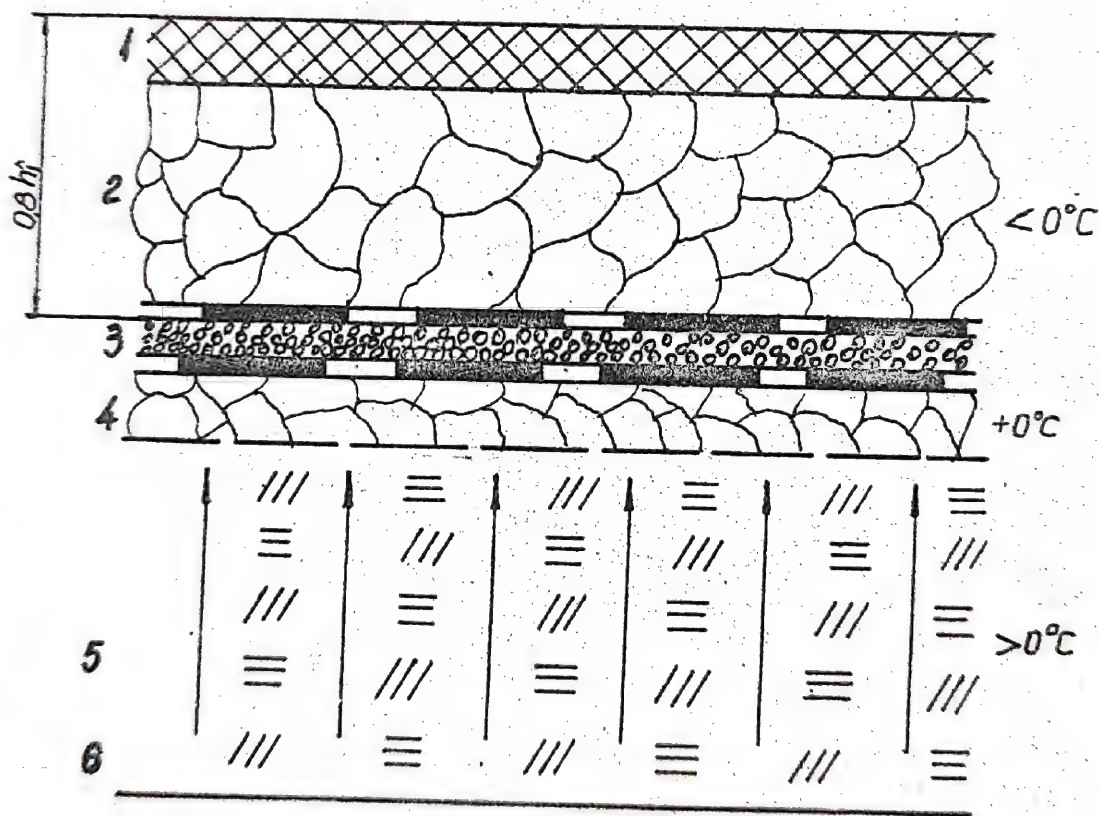


Fig. 8.21. - Strat de separatie pentru drumuri pe terenuri umede

A.8.2

Fig.8.22-Strat de pietriș și geotextil pentru prevenirea degradării prin îngheț-dezgheț a drumurilor



- 1- Sistem rutier
- 2- Fundatie
- 3- Strat intermediar de geotextil si pietris
- 4- Adâncime de îngheț
- 5- Terasament
- 6- Nivel hidrostatic

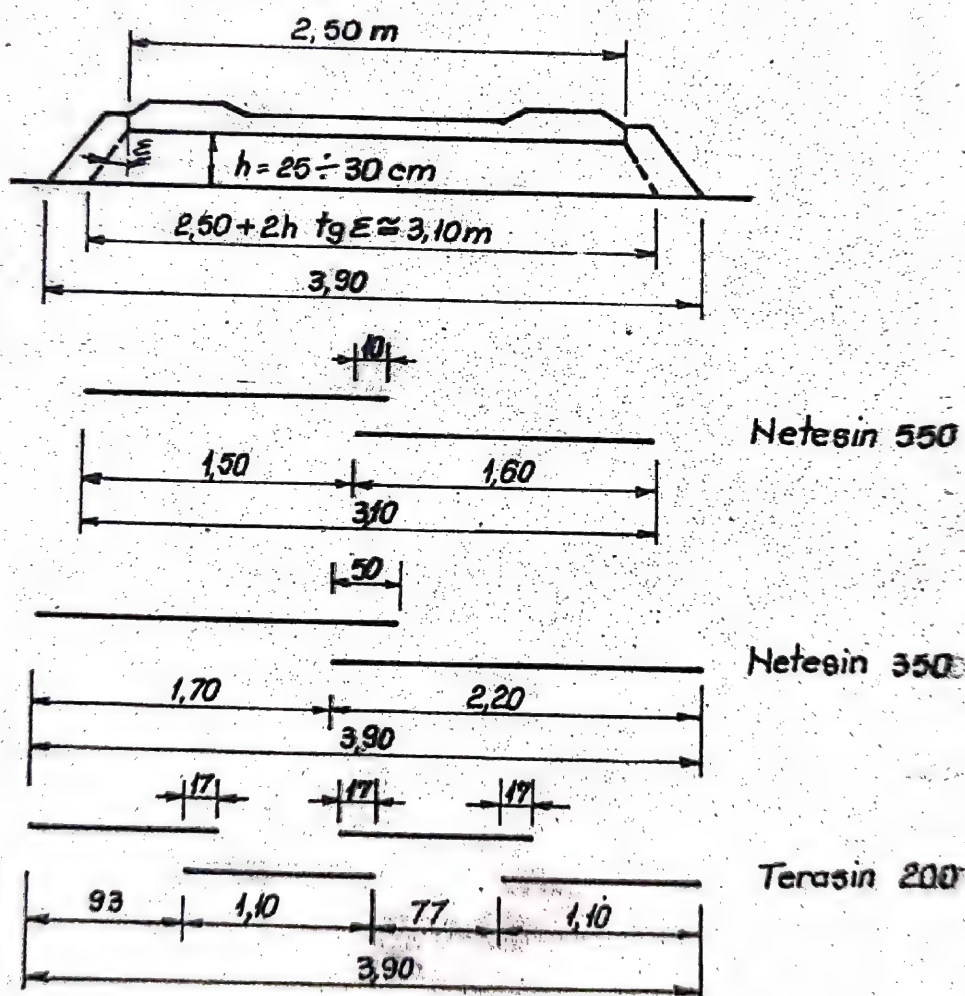


Fig. 8.2.3. - Lățimea platformei de cale ferată care se acoperă cu geotextil.

Fig. 8.3.1- Apărare de mal cu geotextil
și anrocament sau dale de beton

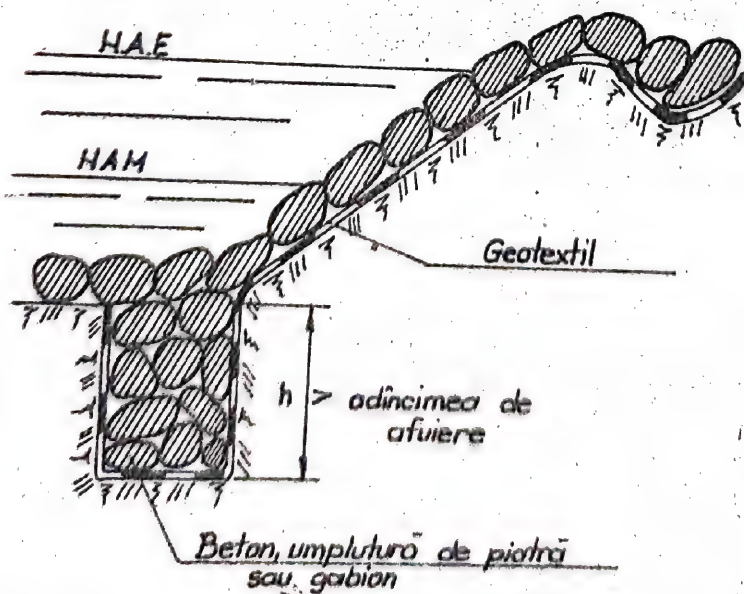
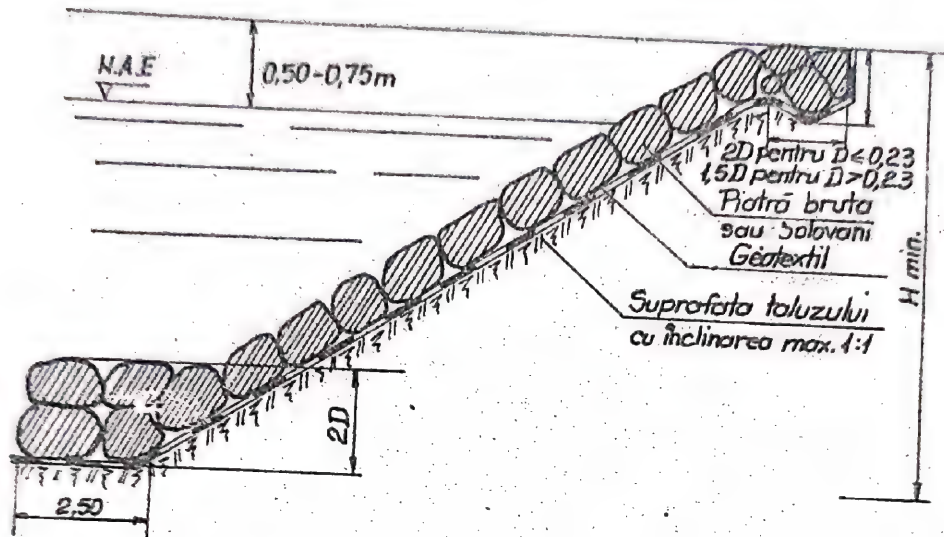


Fig. 8.3.2- Apărarea de mal cu geotextil fixat
cu beton și piatră

Fig. 8.3.3 - Apărare de mal cu geotextil fixat în terasament

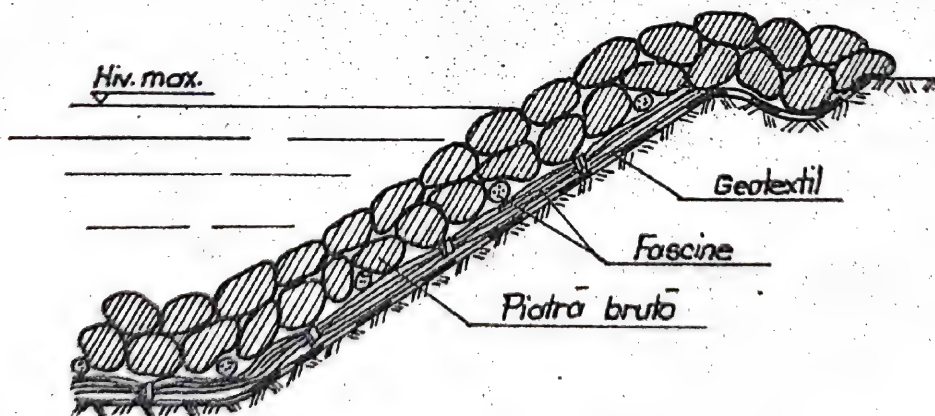
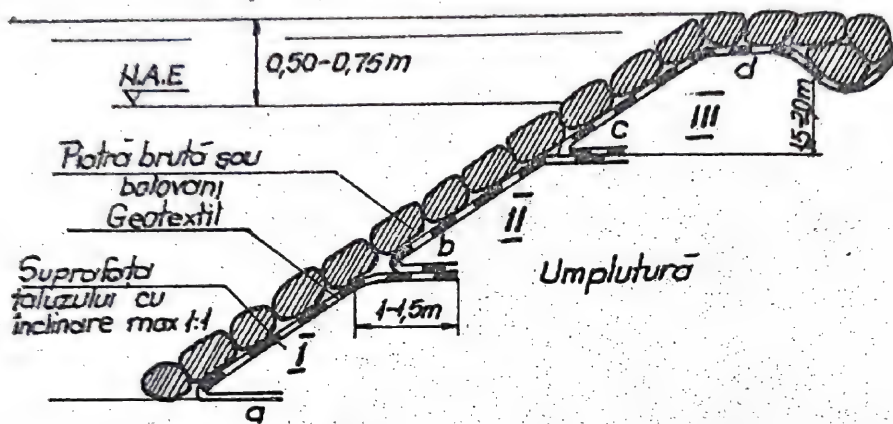


Fig. 8.3.4 - Apărare de mal din saltea mixtă de geotextil și fascine și din piatră

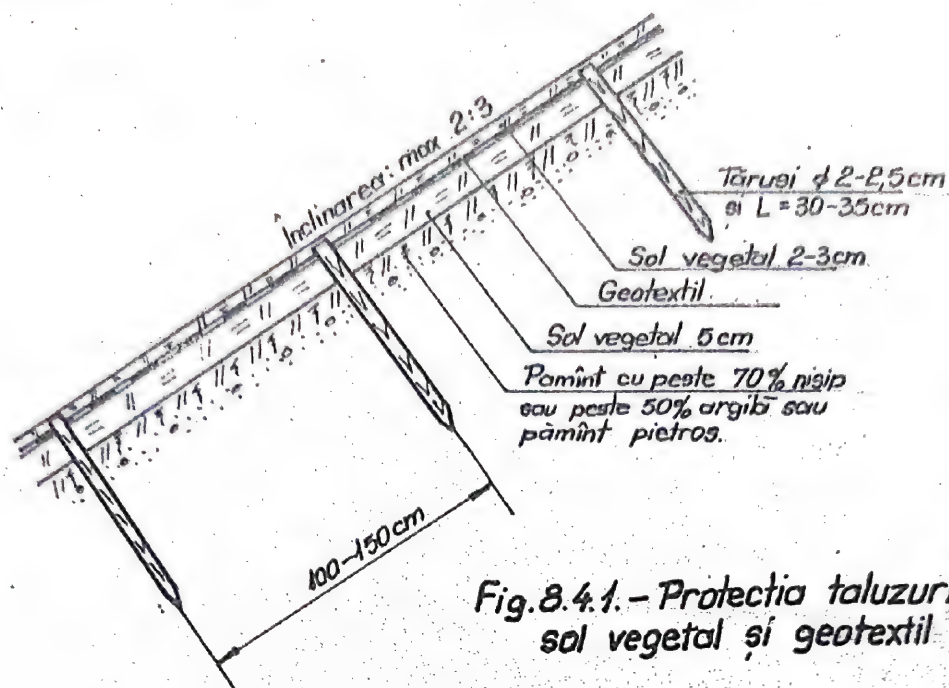


Fig. 8.4.1. - Protecția taluzurilor cu sol vegetal și geotextil

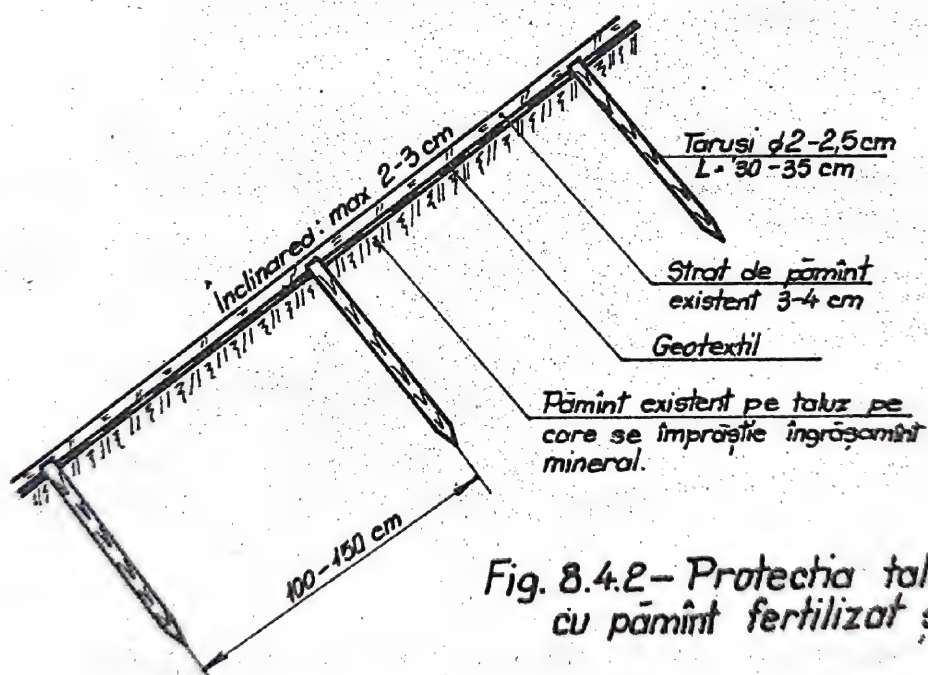


Fig. 8.4.2 - Protecția taluzurilor cu pământ fertilizat și geotextil

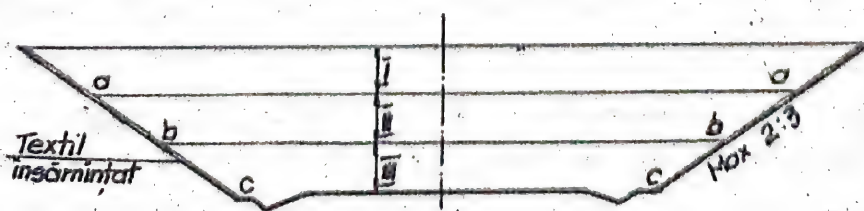


Fig. 8.4.3 - Protecția taluzurilor înalte de debleu

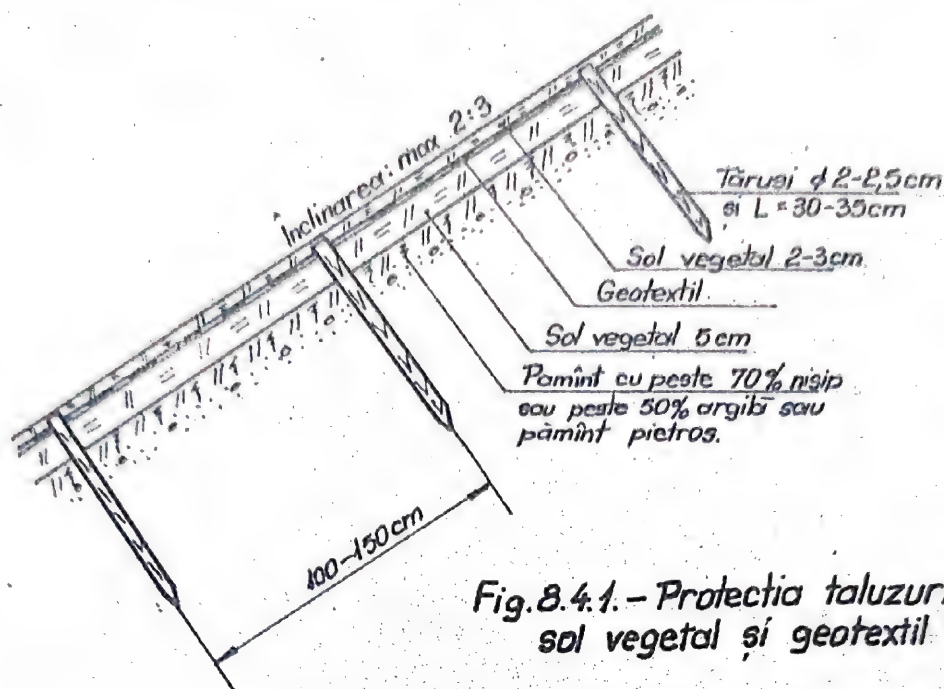


Fig. 8.4.1. - Protecția taluzurilor cu sol vegetal și geotextil

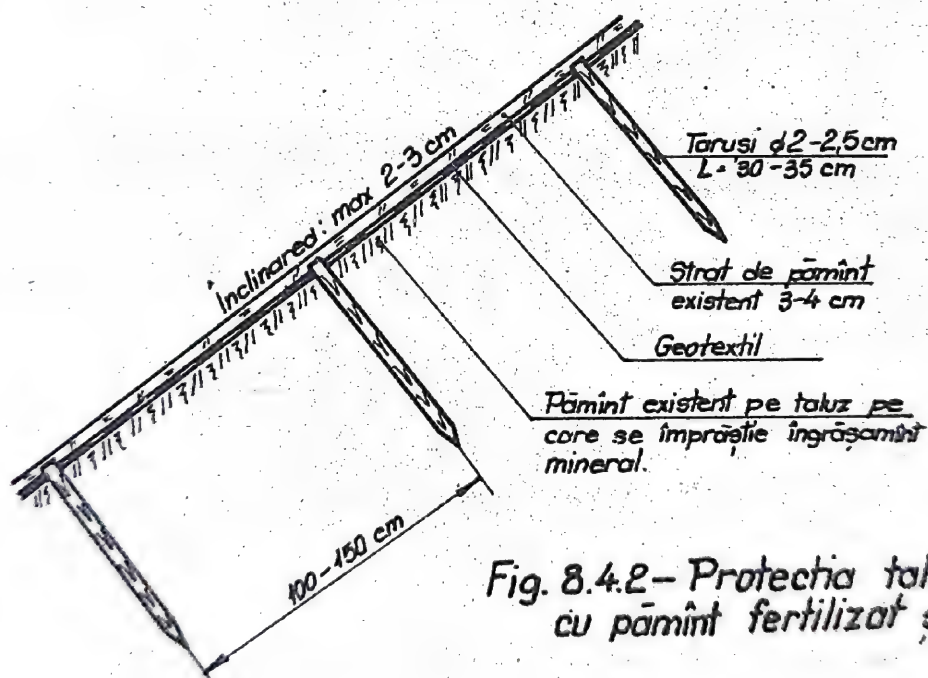


Fig. 8.4.2 - Protecția taluzurilor cu pământ fertilizat și geotextil

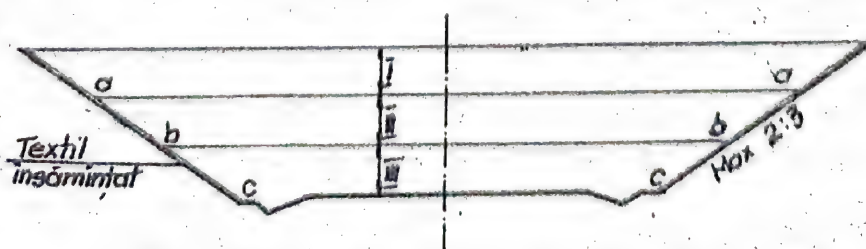


Fig. 8.4.3 - Protecția taluzurilor înalte de debleu

ANEXA 9

RETETE DE GRAMINEE PERENNE
RECOMANDATE PENTRU ZONELE CLIMATICE DIN
TARA NOASTRA

Rețeta pentru zona I

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Bromus inermis (obsiga) - 55 % | -15 g/m ² |
| Agropyrum cristatum (pirul) - 30 % | -10 g/m ² |
| Medicago sativa (lucerna) - 15 % | - 5 g/m ² |
| | <hr/> |
| | 30 g/m ² |

Rețeta pentru zona II

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| Dactylis glomerata (golomețul) - 50 % | -15 g/m ² |
| Bromus inermis (obsiga) - 35 % | -10 g/m ² |
| Medicago sativa (lucerna) - 15 % | - 5 g/m ² |
| | <hr/> |
| | 30 g/m ² |

Rețeta pentru zona III

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| Dactylis glomerata (golomățul) - 40 % | -15 g/m ² |
| Festuca pretonsia (păiușul) - 30 % | -10 g/m ² |
| Trifolium pratensis (trifoiul) - 30 % | -10 g/m ² |
| | <hr/> |
| | 35 g/m ² |

Zona I este situată pe teritoriul cernoziomurilor, cu temperaturi medii anuale de 10-11,5°C și precipitații între 460-580 ml (vezi harta anexă).

Zona II este situată în arealul solurilor cenușii, brun-roșcate, brune podzolite cu temperaturi medii anuale de 8-10°C și precipitații de 550-700 ml (vezi harta anexă).

Zona III este situată pe solurile brune podzolate, are temperaturi medii anuale până la 8°C și precipitații mai mari de 700 ml (vezi harta anexă).

În cazul în care puritatea P a semințelor este sub 90 % sau germinația G sub 85 % cantitățile de semințe de mai sus (care reprezintă norma teoretică Nt) se înlocuiesc prin norma reală Nr :

$$Nr = \frac{10.000 \text{ Nt}}{P \times G}$$

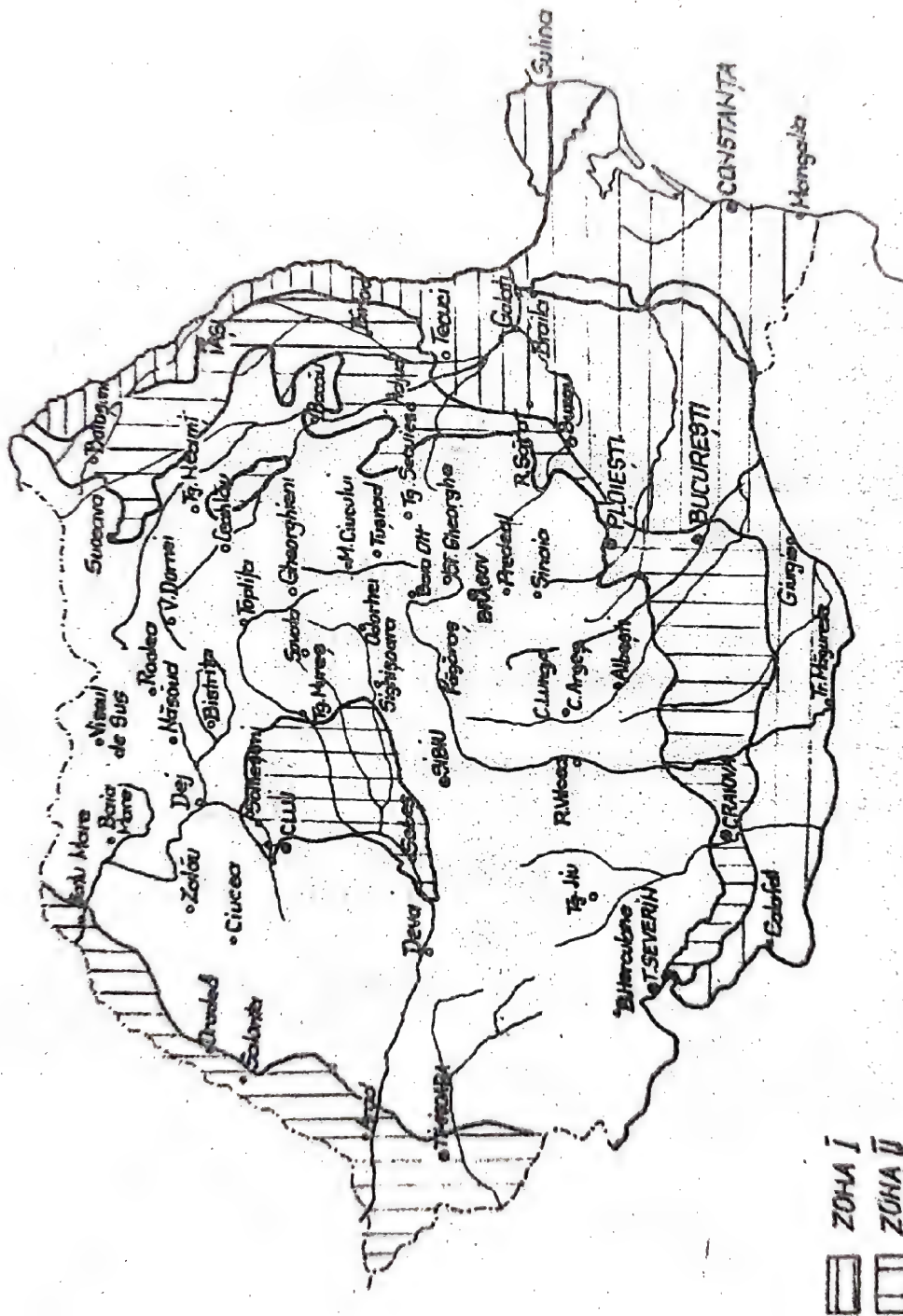


Fig. 9.1- Zonele climatice

ANEXA 10NORME DE DEVIZ PENTRU LUCRARI
CU GEOTEXTILEDA 21

Cod: 791618020100

10.1. STRAT DE SEPARATIE ANTICONTAMINANT GEOTEXTIL
PENTRU DRUMURI

Cuprinde :

- curățirea patului drumului ;
- întinderea materialului textil sintetic.

Se măsoară la m² de strat anticontaminant executat.

| Cod | Denumirea resurselor | UM | Cantități |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----------|
| <u>Materiale</u> | | | |
| 622929 | Material netesut sintetic fil- trant neimpregnat | m | 0,729 |
| <u>Forțe de muncă</u> | | | |
| 012821 | Pavator 2.1. | ore | 0,031 |

A₁₀

If.B.14

Cod: 7911360200

10.2. FILTRU GEOTEXTIL EXECUTAT

- a. la drenuri cu sau fără sprijiniri ;
- b. pe suprafețe cu înclinare peste 20° ;
- c. pe suprafețe orizontale sau cu înclinarea sub 20°,

cuprinde :

- revizuirea suportului de pământ ;
- întinderea fișilor textile și îmbinarea sau prinderea acestora de suportul de pământ.

Se măsoară la m² de filtru.

| Cod | Denumirea resurselor | U/M | Cantități | | |
|---------|-------------------------------------------|-----|-----------|-------|-------|
| | | | a | b | c |
| 622 | | | | | |
| 9211201 | <u>Materiale</u> | | | | |
| | Material nețesut sintetic filtrant | | | | |
| | 1. Filtru cu adâncimea de 1 m | m | 0,944 | 0,944 | 0,944 |
| | 2. Filtru cu adâncime de 5 m | m | 0,804 | 0,804 | 0,804 |
| 252.151 | | | | | |
| 376000 | Sîrmă zincată cu diametrul de 1 mm | kg | 0,006 | - | - |
| 301.119 | | | | | |
| 71108 | Scoabe de oțel beton cu diametrul de 5 mm | kg | - | 0,177 | - |
| | <u>Forța de muncă</u> | | | | |
| blo621 | Drenor 2.1. | ore | 0,071 | 0,062 | 0,030 |

A₁₀

10.3. PROTEJAREA SI INIERBAREA TALUZURILOR CU
INCLINAREA DE MAXIMUM 2:3 CU MATERIAL TEXTIL
INSAMINTAT

- a. Inierbarea cu textil și sol vegetal ;
b. Inierbarea cu textil și îngrășămînt mineral.

Cuprinde :

- curățirea terenului ;
- împrăștierea îngrășămîntului mineral ;
- afinarea pămîntului pe 15-20 cm ;
- așternerea primului strat de sol vegetal de 5 cm (inclusiv săparea lui) ;
- așternerea textilului însămîntat și prinderea cu țărui ;
- așternerea celui de-al doilea strat de sol vegetal (sau pămînt) ;
- udarea.

Se măsoară la m² de taluz protejat

| Cod | Denumirea materialelor | UM | Cantități | |
|-----------------------|----------------------------|----------------|-----------|--------|
| | | | a | b |
| <u>Material</u> | | | 0100 | 0200 |
| 501218160002 | Lemn rotund de foioase | m ³ | 0,0007 | 0,0007 |
| | Material textil însămințat | m | 0,465 | 0,465 |
| 219121200003 | Kpă | m ³ | 0,030 | 0,030 |
| 492111110008 | Azotat de amoniu | kg | - | 0,021 |
| <u>Forțe de muncă</u> | | | | |
| 011311 | Finisor terasamente 1.1. | ore | 0,43 | 0,38 |
| 010711 | Dulgher 1.1. | ore | 0,01 | 0,01 |
| 019911 | Necalificat 1.1. | ore | 0,12 | 0,09 |
| 019921 | Necalificat 2.1. | ore | 0,17 | 0,10 |
| <u>Utilaj</u> | | | | |
| 61122000 | Autocisternă de 5 t | ore | 0,003 | 0,003 |

BIBLIOGRAFIA

1. Andersson, Cl. : The use of plastic fabric for pavement protection, during frost break. Colloque international sur l'emploi des textiles en geotechnique. Paris, 1977, vol.1, p.143-146.
2. Andrei, S. : Apa în pământurile nesaturate, București, Ed.Tehnică, 1967
3. Andrei, S., Strungă, V. : Asupra proprietăților hidrice ale geotextilelor. Revista Transporturilor și telecomunicațiilor nr.2, 1982, p.9-18. Deuxième Congrès International des Geotextiles, Las Vegas, Nevada 1982, p.182-187.
4. Bourdillon, M. : Utilisation des textiles non tissés pour le drainager. Teză de doctorat, Paris, 1976.
5. Cososchi, B. și colaboratorii : Incercări de laborator și utilizarea geotextilelor în lucrări de drumuri. Referate Facultatea de Construcții Iași 1979-1980 (nepublicate).
6. Giroud, J.P. : Behavior of geotextiles. Kilini, Grecia, 1979.
7. Giroud, J.P. : Designing with geotextiles. Matériaux et constructions, vol.14, nr.82, 1981, p.257-272
8. Kellner, E., Gazonul Ed. : Ed.Ceres, București, 1974
9. Kiss, S. și colaboratorii : Studii privind biodegradabilitatea fibrelor sintetice utilizate în geotextile. Referat Universitatea "Babeș-Bolyai" Cluj-Napoca, 1981 (nepublicat).
10. Leflaine, E., Puig, J. : Description, propriétés de base et propriétés particulières des textiles pour applications géotechniques. Colloque international sur l'emploi des textiles en géotechnique, Paris, 1977, vol.II, pag.353-357.

11. Nastes, St. și colaboratorii : Cercetări privind utilizarea geotextilelor înșămîntate pentru protecția taluzurilor. Referate Institutul de cercetări pedagogice și agrochimice, 1979-1980 (nepublicate).
12. Pălărieru, S. și colaboratorii : Cercetări pentru realizarea unor geotextile din materiale refolosibile. Referatele Institutului de cercetări textile, 1978-1980 (nepublicate).
13. Rigo, J.M. : Corrélation entre la résistance au poinçonnement sur ballast et les caractéristiques mécaniques des membranes d'étanchéité. Matériaux et Constructions, vol.11, nr.65, 1978, p.347-358.
14. Roth, H. : Filter fabriq for improving frost susceptible soils. Colloque international sur l'emploi des textiles en geotechnique, Paris, 1971, vol.I, p.23-28.
15. Schober, W., Teindl, H. : Filter-criteria for geotextiles. Proceeding of the Seventh European Conference, on Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol.2, Brighton, Anglia 1979, p.121-129.
16. Sorlie, A. : The effect of fabrics on pavement strenght. Colloque international sur l'emploi des textiles en geotechnique, Paris 1977, p.15-18.
17. Strungă, V., Teleba, P. : Cercetări privind utilizarea la drumuri a materialelor textile rețesute, filtrante, fabricate din fibre sintetice. Revista Transporturilor și telecomunicațiilor nr.5, p.379-405, 1976.
18. Strungă, V. : Protejarea cu vegetație a taluzurilor de drumuri și căi ferate împotriva eroziunii și solifluxiei. Revista transporturilor și telecomunicațiilor nr.2, 1977, p.96-104
19. Strungă, V. : Méthodes de protection des talus des routes exposés à l'érosion et à la solifluction. Revue générale des routes et des aérodrômes, nr.551, 1979, p.65-69.

20. Strungă, V. : Geotextile din materiale refolosibile. Revista Transporturilor și telecomunicațiilor, nr.2, 1981, p.86-93.
21. Strungă, V. : Soluții constructive și tehnologii cu geotextile din materiale refolosibile pentru lucrări în transporturi. Revista Transporturilor și telecomunicațiilor nr.14, 1981, p181-191.
22. Strungă, V. : Elemente de calcul pentru proiectarea lucrărilor cu geotextile. Revista Transporturilor și telecomunicațiilor, 1983.
23. Strungă, V. și colaboratorii : Cercetări pentru realizarea, verificarea și utilizarea geotextilelor. Referate ICPTT, 1974-1982.
24. ■ ■ ■ Catalog de scheme constructive noi, cu materiale netesute din deșeuri textile, pentru apărarea, asanarea, și protecția terasamentelor de drumuri și căi ferate, ICPTT, 1979.
25. ■ ■ ■ Emploi des geotextiles en geotechnique routiere. SETRA și L.C.P.C., Paris, 1981
26. ■ ■ ■ Filtration et drainage, 3-ème partie : Utilisation des géotextiles. O.R.E., U.I.C.F., Utrecht, 1983.
27. ■ ■ ■ Palunung mit TERRAN. I.C.I., Londra, 1978.
28. ■ ■ ■ Principales propriétés des geotextiles. Echelles de classification. Comitetul francez al geotextilelor, Paris, 1981.
29. ■ ■ ■ Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les voies de circulation provisoire, les voies à faible trafic et les cuoches de forme. Comitetul francez al geotextilelor, Paris, 1981.
30. ■ ■ ■ Soluții constructive cu geotextile. Prospect ICPTT.

31. ■ ■ ■ Utilizarea geotextilelor în hidrotehnică, transporturi și în alte domenii ale tehnicii construcțiilor.
Simpozion, București, 1980.